

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-346392

(43)Date of publication of application : 05.12.2003

(51)Int.Cl.

G11B 9/14

(21)Application number : 2003-139845

(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH CORP
<IBM>

(22)Date of filing : 19.05.2003

(72)Inventor : ALBRECHT THOMAS
BINNIG GERD
ELEFThERIOU EVANGELOS
POZIDIS CHARALAMPOS
SRI-JAYANTHA SRI M
VETTIGER PETER

(30)Priority

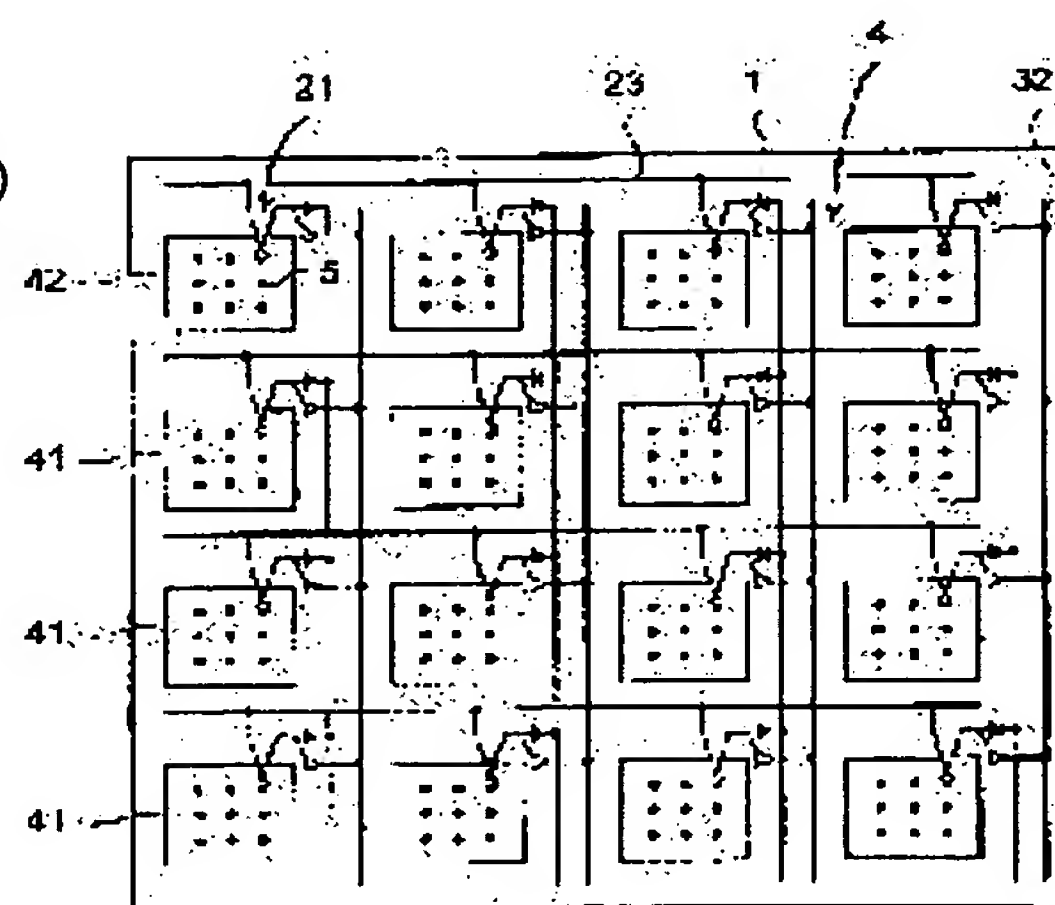
Priority number : 2002 02405411 Priority date : 23.05.2002 Priority country : EP

(54) STORAGE DEVICE AND METHOD FOR SCANNING STORAGE MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a storage medium and a method for scanning a storage medium.

SOLUTION: The storage medium (1) for storing data in the form of marks (5) is scanned by an array of probes (2) for mark detecting purposes in a scanning mode. The storage medium (1) has fields (4) with each field (41, 42) to be scanned by an associated one of the probes (21). At least one of the fields (42) has marks representing operational data for operating the scanning mode. Scanning parameter are computed from the operational data and the scanning mode is adjusted according to the computed parameters.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-346392
(P2003-346392A)

(43)公開日 平成15年12月5日(2003.12.5)

(51)Int.Cl.⁷
G11B 9/14

識別記号

FI
G11B 9/14

テマコード*(参考)

J
A
C
G

審査請求 有 請求項の数22 OL (全20頁)

(21)出願番号 特願2003-139845(P2003-139845)

(22)出願日 平成15年5月19日(2003.5.19)

(31)優先権主張番号 02405411.6

(32)優先日 平成14年5月23日(2002.5.23)

(33)優先権主張国 欧州特許庁(EP)

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシー
ズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSIN
ESS MACHINES CORPO
RATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク ニュー オーチャード ロ
ード

(74)代理人 100086243

弁理士 坂口 博 (外2名)

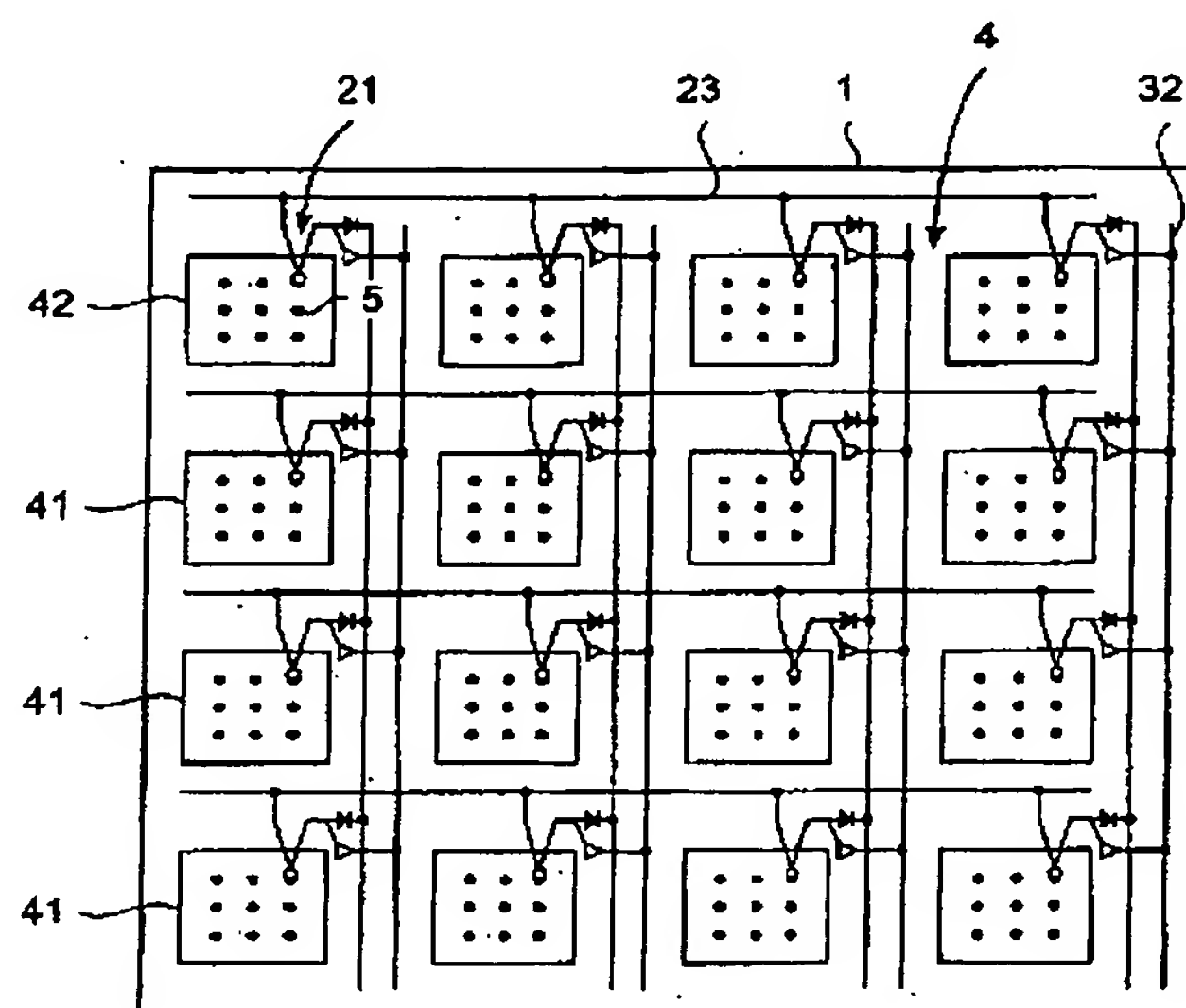
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 記憶装置、および記憶媒体を走査する方法

(57)【要約】

【課題】 記憶装置、および記憶媒体を走査する方法を提供すること。

【解決手段】 マーク(5)の形でデータを記憶する記憶媒体(1)を、マークを検出するために走査モードでプローブ・アレイ(2)によって走査する。記憶媒体(1)はフィールド(4)を有し、各フィールド(41、42)を前記プローブ(21)のうち関連付けられたプローブで走査する。前記フィールド(42)の少なくとも1つは、前記走査モードを操作するための操作データを表すマークを含む。前記操作データから走査パラメータを計算し、前記計算されたパラメータに従って走査モードを調整する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】マーク（5）の形でデータを記憶する記憶媒体（1）と、

マークを検出するために走査モードで前記記憶媒体（1）を走査するように設計されたプローブ・アレイ（2）とを備え、

前記記憶媒体（1）はフィールド（4）を有し、各フィールド（4 1、4 2）を関連付けられたプローブ（2 1）によって走査し、

前記フィールド（4 2）の少なくとも1つは、前記走査モードを操作するための操作データを表すマークを含む記憶装置。

【請求項2】前記操作データに応じて走査パラメータを調整する調整ユニット（3）を備え、

前記調整ユニット（3）は、前記調整された走査パラメータを多数のプローブ・フィールド単位の走査動作に適用するように設計される請求項1に記載の記憶装置。

【請求項3】前記記憶媒体（1）は、前記走査モードを操作するための操作データを表すマークを含む少なくとも第2のフィールド（4 2）を備える請求項1または2に記載の記憶装置。

【請求項4】前記第1の操作データ・フィールド（4 2）のマーク・パターンが前記第2の操作データ・フィールドのマーク・パターンと異なる請求項3に記載の記憶装置。

【請求項5】前記マーク・パターンは前記操作データ・フィールド（4 2）の少なくとも2つに配置され、前記マーク・パターンは、前記少なくとも2つの操作データ・フィールド（4 2）内に異なる順序で配置される請求項3に記載の記憶装置。

【請求項6】前記フィールド（4）はそれぞれ複数のトラック（T R）を有し、前記トラックはそれぞれ、前記走査モードで前記関連付けられたプローブが追従するトラック中心線（T R C）を有し、前記少なくとも1つの操作データ・フィールド（4 2）は、前記関連付けられたプローブ（2 1）の現在のトラック中心線（T R C）からの偏位を判定するために設計されたトラッキング・マーク（5）を含む請求項1ないし5の一項に記載の記憶装置。

【請求項7】前記トラッキング・マーク（5）の少なくとも一部が、トラック交差方向に前記トラック中心線（T R C）から中心をはずして配置される請求項6に記載の記憶装置。

【請求項8】前記少なくとも1つの操作データ・フィールド（4 2）がバースト（A、B、C、D）を含み、トラッキング・マーク（5）は、そのマーク中心とトラック中心線（T R C）の間、またはそのマーク中心と異なるバースト（A、B、C、D）のマークの中心との間に所定の距離を有するときあるバースト（A、B、C、D）に属する請求項7に記載の記憶装置。

【請求項9】2つのバースト（A、B）のマーク（5）間のマーク中心トラック交差距離がほぼ前記マーク（5）の直径（d）である請求項8に記載の記憶装置。

【請求項10】2つのバースト（A、B）のマーク（5）間のマーク中心トラック交差距離が前記マーク（5）の直径（d）よりも小さい請求項8に記載の記憶装置。

【請求項11】2つのバースト（A、B）のマーク（5）間に2つの異なるマーク中心トラック交差距離があり、第1のマーク中心トラック交差距離は前記マーク（5）の直径（d）より小さな値であり、第2のマーク中心トラック交差距離は、トラック・ピッチ（T P）から前記第1のマーク中心トラック交差距離を引いた値に等しい値である請求項8に記載の記憶装置。

【請求項12】2つのバースト（A、B）のマーク（5）間のマーク中心トラック交差距離が前記マーク（5）の直径（d）に依存しない請求項8に記載の記憶装置。

【請求項13】2つのバースト（A、B）のマーク（5）間のマーク中心トラック交差距離がおよそトラック・ピッチ（T R）／2である請求項8に記載の記憶装置。

【請求項14】前記操作データ・フィールド（4 2）が第3および第4のバースト（C、D）を有し、第1および第3のバースト（A、C）のマーク（5）間のマーク中心トラック交差距離と、第2および第4のバースト（B、D）のマーク（5）間のマーク中心トラック交差距離がトラック・ピッチ（T P）／4である請求項8ないし13の一項に記載の記憶装置。

【請求項15】前記トラッキング・マーク（5）が走査方向（S C D）に細長い形状を有する請求項6ないし14の一項に記載の記憶装置。

【請求項16】前記操作データ・フィールド（4 2）が、前記走査モードでプローブに印加される読み取り、書き込み、または消去パルス の 頻度または位相を決定または調整するタイミング・マークを含む請求項1ないし15の一項に記載の記憶装置。

【請求項17】記憶媒体を走査する方法であって、プローブ（2 1）で前記記憶媒体（1）のフィールド（4 2）を操作するステップであって、前記フィールド（4 2）は走査モードを操作するための操作データを表すマークを含むステップと、同時にさらなるプローブ（2）で前記記憶媒体（1）のさらなるフィールド（4）を走査するステップと、読み取られた操作データに基づいて調整された走査パラメータを計算するステップと、前記計算されたパラメータに従って前記走査モードを調整するステップとを含む方法。

【請求項18】前記走査モードを調整すると、前記フィールド（4）の一部またはすべての走査動作が影響を受

ける請求項17に記載の方法。

【請求項19】前記操作データ・フィールド(42)の走査中に計算および調整のステップが数回行われる請求項17または18に記載の方法。

【請求項20】前記操作データ・フィールド(42)中の冗長なマーク(5)を走査し、それに対応する値を平均し、前記平均した値に基づいて前記調整された走査パラメータを計算する請求項17ないし19の一項に記載の方法。

【請求項21】各プローブ(21)は、トラック中心線(TRC)を有するトラック(TR)に沿って関連付けられたフィールド(41、42)を走査し、トラック交差方向に偏位したプローブ(21)を現在のトラック中心線(TRC)に再配置する請求項17ないし20の一項に記載の方法。

【請求項22】中心をずらしたトラッキング・マーク(5)を備えるバースト(A、B、C、D)を走査し、前記バーストのうち2つ(A、B)の対応するマーク値を減算して同相値(IPV)を計算し、前記バーストのうちさらなる2つ(C、D)の対応するマーク値を減算して直角位相値(QUV)を計算し、前記同相値(IPV)および前記直角位相値(QUV)に基づいて前記調整された走査パラメータを計算する請求項21に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プローブ・アレイを備える記憶装置、および記憶媒体を走査する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】過去数年にわたり新しいストレージの概念が導入されている。走査トンネル顕微鏡(STM)および原子間力顕微鏡(AFM)によって実現される原子規模まで物質の構造を画像化し検査する能力を活用して、くぼみ(indentations)と平坦部(non-indentations)によって表されるビット・シーケンスとしてデータが書き込まれた適当な記憶媒体を走査するためにチップを有するプローブが導入されている。最新の実証によると、直径が範囲30~40nmのくぼみが適切な記憶媒体に書き込まれる。したがって、こうした新しいデータ記憶の概念は、きわめて高い記憶面積密度を保証することになる。

【0003】第1のアプローチは、「High-density data storage using proximal probe techniques」、H.J. Mamin他、IBM Journal Research Development, Vol. 39, No. 6、1995年11月に開示される。AFMカンチレバーの単一のチップをポリカーボネート製の記憶媒体の回転面と接触させて配置する。ビットは、記憶媒体上に書き込まれるくぼみまたは平坦部によって表される。記

憶媒体への書き込みは、パルス状の赤外線レーザでチップを加熱することによって行われる。チップを記憶媒体と接触させると、加熱されたチップによってポリマー表面が軟化する。力を加えてチップを表面に接触させると、チップによって小さなくぼみが形成される。機械的な読み取りメカニズムが採用される。チップが記憶媒体の表面に載ると、領域形状的なくぼみによりカンチレバーの偏向が生じる。標準的な光センサを使用してこの偏向を検出する。

10 【0004】以降では、「マーク」は情報単位の物理的表現として理解する。Mamin他による記憶装置を参照すると、マークは例えばくぼみと平坦部である。データを表すマークは通例、データを書き込む際のプローブの動きのためにトラックに沿って並んでいる。トラッキングとは、チップが常にトラックのトラック中心線の上に位置するようにチップの位置を制御することを言う。Mamin他は、データ・トラックの特定の位置にサーボ・マークまたはトラッキング・マークを埋め込む。このトラッキング・マークはデータ・マークに混じって配置される。データ・マークとトラッキング・マークは交互に並んでいる。トラッキング・マークは、チップがトラック中心線の片側にあるか、あるいはもう一方の側にあるか、そしてチップがどれだけトラック中心線からずれているかについてのフィードバックに使用される。トラッキング・マークは、トラック長のおよそ15パーセントを覆う。

20 【0005】H.J. Mamin他「High-Density Data Storage Based on the Atomic Force Microscope」、Proceedings of the IEEE, Vol. 87, No. 6、1999年6月には、回転ディスクを記憶媒体とする単一チップ型の別の記憶装置が開示される。AFMカンチレバーの単一のチップをポリカーボネートの記憶媒体の回転面と接触させて配置する。ビットは、記憶媒体上のくぼみまたは平坦部によって表される。書き込みは、チップに接続された2つの伝導性の脚部を介してチップを電気加熱することによって行われる。読み取りは、くぼみを走査した際のカンチレバーの偏向を感知する圧電抵抗センサを用いて行う。

30 【0006】トラッキングは、特殊なカンチレバー構造を提供することによって行われる。このカンチレバーは、カンチレバーの横方向への偏向を検出する縦方向のリップを備える。この偏向は圧電抵抗を利用して測定する。

40 【0007】「The Millipede - More than one thousand tips for future AFM data storage」、P. Vettiger他、IBM Journal Research Development, Vol. 44, No. 3、2000年5月には、それぞれがチップを有するプローブのアレイを用いた、記憶媒体の機械的なx/y走査に基づくデータ記憶装置が記載される。プローブは記憶媒体の関連づけられたフィールドを並行して走査する

ので、高いデータ転送速度を実現することができる。記憶媒体は、ポリメタクリル酸メチル（PMMA）の薄層を備える。プローブは、接触モードでこのポリマー層を走査する。接触モードは、プローブのチップが記憶媒体の表面に接することができるように微小な力をプローブに加えることによって実現される。したがって、ばね式カンチレバーはその終端部に先鋭なチップを担持する。ビットは、ポリマー層のくぼみまたは平坦部によって表される。カンチレバーは、その表面上の領域形状的な変化に反応する。

【0008】くぼみは、接触モード中に電流または電圧のパルスによって局所プローブを加熱し、チップがポリマー層に接触した位置で局所的にポリマー層を軟化させる熱機械的な記録によってポリマー表面に書き込まれる。この結果、直径がナノスケールの小さなくぼみが層にできる。読み取りも熱機械を利用する概念によって行う。その温度に依存する抵抗を利用することにより、本来書き込みに用いるヒータ・カンチレバーに熱読み取りセンサとしての追加機能を与える。読み取りのためには、書き込みに必要とされるほどポリマーを軟化させない程度の温度で抵抗器を操作する。熱感知は、プローブがくぼみの中へと移動すると熱伝達がより効率的になることによりプローブと記憶媒体の基板との熱伝導性が変化する事実を利用する。この結果、ヒータの温度としたがってその抵抗が低下する。したがって、カンチレバーが対応するデータ・フィールドを走査している間、継続的に加熱される抵抗器の変化を監視する。

【0009】出願人の米国特許第5835477号は、上記のような記憶装置に再書き込みを行うのにすぐれたVettiger他による記憶装置を開示する。この記憶装置は、記憶媒体の第1のセクションから消去する情報と、そのセクションで消去すべきでない情報を区別する回路を備える。消去しない情報は、記憶装置の別のセクションにコピーされる。その後第1のセクションを消去することができる。この文献はさらに、記憶媒体の端に配列され、局所プローブ・アレイの機械的なガイド手段と交差するトラッキング用の特殊なガイドを提案する。この機械的手段は光学手段に置き換えてもよい。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上述のようにマークが高密度にパックされると正確な走査が重要課題となる。このため、高い走査精度と低い記憶領域の消費で非常に正確な走査を実現する記憶装置および記憶媒体の走査方法を備えることが望ましい。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の一態様によれば、マークの形態でデータを記憶する記憶媒体を備え、走査モードでマークを検出するために記憶媒体を走査するプローブ・アレイを備える記憶装置が紹介される。記憶媒体はフィールドを有し、それぞれのフィールドは関

連付けられたプローブによって走査される。このフィールドの少なくとも1つは、走査モードを操作するための操作データを表すマークを含む。

【0012】マークは、通例少なくとも2つの異なる論理値の1つを表すことができ、したがって少なくとも1桁の2進数を表すことができる。3つ以上の論理値を表すマークも含まれる。本発明によるマークは特定の物理的特性に制限されない。マークは、記憶媒体上または記憶媒体中の領域形状的特性によって、電気的特性または光学的特性によって、あるいは化学的特性によっても表すことができる。例えば、マークは半導体の酸化物誘電構造における電荷トラップ特性によって表すことができる。あるいは、非結晶質段階または結晶質段階の特性を検出してもよい。マークは、領域形状的な特性の形でポリマー層に配列することができる。マークを読み取るまたは書き込む物理的方式も制限しない。熱機械的な読み取りおよび書き込み方式の他にも、任意の他の方式を提供することができる。したがって、好ましくはナノスケールの走査向けのチップを備えるプローブで記憶媒体が走査できることを除いては、記憶媒体と情報担持体はその物理的な機構を制限しない。以下では、ナノスケールの走査向けのチップを有するプローブをチップ型プローブとも称する。

【0013】記憶媒体はフィールドに分割される。本発明によれば、フィールドはマークの集合によって定義され、そのマークはすべて同じプローブによって走査され、プローブはそのプローブに関連付けられたフィールドの走査を担う。通例プローブはそれに関連付けられたフィールドの走査を独占的に担当し、他にそのフィールドを担当するプローブはないが、特殊な走査動作には例外を認めることができる。同様に、例外として、走査動作を行うためにいくつかのフィールドに単一のプローブを割り当てることもできる。

【0014】マークは、そのマークまたはマーク・パターンを走査し読み取ると、評価または復号の方法を適用することにより応答信号から操作データが得られるような方式で操作データを表す。この操作データは、走査モードをどのように操作あるいは調整するかについての情報を与える。下記の好ましい実施形態に示すように、この情報には、記憶媒体の表面の上方または表面上にどのようにプローブを配置するか、あるいは位置を合わせるかという方式、いつ読み取りまたは書き込みパルスを発生させるかという時間、あるいは走査速度の決定が含まれるが、これらに限定しない。走査モードを操作するための操作データは、記憶装置が、基本的に記憶データは読み取ることができるが一般には記憶データにデータ記憶管理に関する情報は含まれないような方式で動作することを可能にする。重要なのは、技術的に記憶装置を操作することである。

【0015】本発明は、記憶装置がその走査動作を高精

度で行うことを可能にする必須の操作データの生成を支援する。操作データを表すマークを記憶するために必要とされる記憶媒体はごくわずかである。したがって、少なくとも1つのフィールドに操作データ・マークを配置することによる領域オーバーヘッドはわずかであり、この操作データ・フィールドは通例すべての他のデータ記憶フィールドと同じ特性を有する。

【0016】この主要な利点は、同一の読み取り技術を他のすべてのデータ・マークと同様に操作データ・マークにも適用するため、操作データ情報を入手するのにさらに例外的な費用が必要でないことである。操作データ・マークとストレージ・データ・マークの画一的な走査が実現される。

【0017】最後に、操作データ・フィールドの走査はより多くあるいはすべてのフィールドの走査と並行して行うことができる。高スループットのマーク走査が可能なプローブを使用すると操作データに迅速にアクセスすることができ、他のフィールドの走査を継続しながらその操作データの走査の後に続く動作を開始することができる。完全な並行性がサポートされる。

【0018】この記憶装置の好ましい実施形態は、操作データに依存する走査パラメータを調整する調整ユニットを備える。この調整ユニットは、走査された操作データを処理し、実現ステップを開始するものである。パラメータの調整は、既存のパラメータの調整だけでなく走査パラメータの初期化も含む。

【0019】別の好ましい実施形態では、調整ユニットは、調整した走査パラメータを多くあるいはすべてのプローブ・フィールド単位の走査動作に適用する。記憶媒体上の総マーク数に対する操作データ・マークの比を最小にする点から、最初のステップでは1つのフィールドだけに操作データ・マークを提供すれば十分である。操作データは、すべての他のプローブ・フィールド単位の走査プロセスを実行する役割を担う。この好ましい実施形態では、すべてのフィールドにそれ自体の操作データを記憶させることを回避する。操作データから得られる制御信号をプローブ・フィールド単位に分配するための適切な機構が提供される。例えば、各プローブ・フィールド単位に適切な電気回路を提供して、操作データに従った頻度および／または位相を有する読み取りパルスを生成し、個々のプローブがマーク中心に接触すると必ずこのパルスが発されるようにする。

【0020】記憶装置のさらなる実施形態は、操作データを表すマークを消去させない、あるいはその上に再書き込みを行わせない保護回路を備える。装置のユーザによって再書き込みまたは消去される可能性のある非操作データ、すなわちストレージ・データと異なり、操作データが担持する情報はあらゆる走査プロセスに必要とされるので、操作データは恒久的に記憶媒体上に記憶しておかなければならない。少なくとも非操作データが消去

可能あるいは再書き込み可能である場合、保護回路は、1つまたは複数の操作データ・フィールドの消去あるいは再書き込みを妨害するような設計であることが好ましい。このような保護回路の設計は、記憶媒体上のマークが一般に消去可能あるいは再書き込み可能である方式に依存する。消去または再書き込みが、プローブに高電流パルスを印加して記憶媒体の一部を融解させる熱を生成することにより熱機械的に行われる場合、好ましい保護回路は、操作データ・フィールドの走査プローブに接続された電流制限手段を備える。

【0021】記憶装置の別の好ましい実施形態が提案され、ここでは1つまたは複数の操作データ・フィールドは操作データを表すマークだけを含む。走査モードは、すべてあるいは少なくとも大部分のフィールドの並行した走査に適用することが好ましいので、このような専用の操作データ・フィールドは非常に有用である。したがって、この操作データ・フィールドは、他の多くのフィールドと同時にその始めから終わりまで走査される。この結果、この好ましい実施形態では操作データ・フィールドはその最後のマークにも走査の操作データを担持（deliver）するので、各フィールドの一番最後のマークを走査するまで走査パラメータを調整することが可能になる。

【0022】別の好ましい実施形態では、操作データ・フィールドは複数の同一のマーク・パターンを含み、この同一のマーク・パターンは走査方向に連続して並んでいる。あるマーク・パターンは走査モードの操作に関する一組の情報を含むことができ、このパターンが走査されるとその内容を復号して実行することができる。通例そのようなパターンは、操作データ・フィールドの全記憶容量を占めることはない。このため、操作データ・フィールド中にそのようなパターンを繰り返して記憶させると有用である。したがって、あるフィールドを操作しながら複数の調整ステップを行うことができる。調整ステップは、操作データ・マーク・パターンの1つを走査し、そこから適切なパラメータを得た直後に行うことが好ましい。この結果、あるフィールドの走査と同時に継続的に走査パラメータを調整する制御ループが行われ、調整ステップが高頻度で実行される。

【0023】別の好ましい実施形態では、各フィールドに、関連付けられたプローブが走査モードで追従するトラック中心線を備えるトラックがある。それに応じてプローブは2次元配列で並べられる。偏位がないとすると、走査モードで各プローブはそれに関連付けられたフィールドのトラック中心線を追従する。記憶装置は2次元で構成され、高密度でデータを記憶することができる。

【0024】別の好ましい実施形態では、各フィールドに複数の直線トラックがあり、トラックは平行に配列されている。トラックの形状によって走査方向が決まり、

したがってプローブと記憶媒体との相対的な運動が決まるため、回転記憶媒体の円形に配列されたトラックとは異なり、この実施形態は多数の記憶フィールドの x/y 走査、特に並行 x/y 走査のための設計である。

【0025】別の好ましい実施形態では、操作データ・フィールドの各トラックが同一のマーク・パターンを備える。上述の実施形態による提案されたトラック方式では、各プローブをトラックの最後で持ち上げ、続く走査のために再度後続のトラックに載せることが必要である。プローブ・アレイの持ち上げが必要でない場合には、少なくともトラックを交差する動きを行わなければならない。トラックの切り替えにこうした機械的なステップが必要であるため、トラックごとに走査パラメータを再調整することが有用である。各トラックに同一のマーク・パターンを提供するので、調整プロセスが同じ瞬間に各トラックに行われる。これは、走査されたデータ、特に調整の瞬間の直前に走査されたデータに補正期間を適用するのに有用である。

【0026】別の好ましい実施形態では、操作データ・フィールドの各トラックが複数の同一のマーク・パターンを備える。各トラックを走査する際に複数回の調整ステップを行うことができる。この機能により調整ステップ数が全体的に増加し、エラー率が最小に抑えられ、したがって走査の精度と質が全体的に高まる。

【0027】別の好ましい実施形態では、調整ユニットが、操作データ走査プローブから伝えられる入力値に基づいて調整後の走査パラメータを計算する計算ユニットを備える。

【0028】さらなる好ましい実施形態では、調整ユニットが、操作データ・マーク走査プローブから伝えられる値を平均する平均ユニットを備える。操作データ・フィールドに同一のマーク・パターンが複数提供される場合は、調整動作はパターンの1つを走査した直後だけでなく、パターンの複数を走査した後と走査された値を平均した後にも行うことができる。その平均された値に対して計算された調整後のパラメータを以後の走査モードに適用する。これにより調整された走査パラメータの非常に正確なセットが得られる。値の平均には多数決を含めてエラー耐性を高めることもできる。瞬時の調整は、同一のマーク・パターンのうち少なくとも2つが得られる状態になると、まず平均されていない値に基づいて調整ステップを行い、さらに平均値に基づいて調整ステップを行うことによって維持される。

【0029】別の好ましい実施形態では、記憶媒体が、走査モードを操作するための操作データを表すマークを含む少なくとも第2のフィールドを備える。第1のフィールドに格納された操作データは多くのあるいはすべてのデータ・フィールドの走査モードに関わることから、第1のフィールドまたは第1のフィールドに関連付けられたプローブが損傷すると、他のデータ・フィールドす

べての走査が妨げられる可能性がある。操作データを含む少なくとも第2のフィールドを提供することによりこの欠点を克服することができ、例えばかき傷などにより第1のフィールドが損傷した場合でも走査動作を保証することができる。

【0030】別の好ましい実施形態では、第1の操作データ・フィールドのマーク・パターンが、第2の操作データ・フィールドのマーク・パターンと異なる。操作データ・フィールドは並行して走査し読み取ることができるため、異なる操作データ・フィールドに配置された異なるマーク・パターンによって表される異なるデータへの迅速なアクセスが実現されるので、この特徴により操作データへのアクセスが増大する。

【0031】別の好ましい実施形態では、少なくとも2つの操作データ・フィールドに同じマーク・パターンを記憶する。唯一の違いは、すべての操作データ・フィールドがこのマーク・パターンを異なる順序で記憶していることである。操作データ・フィールドの並行走査により異なる操作データ・フィールドに同時にアクセスすることができるので、これによっても操作データへのアクセスが増大する。

【0032】別の好ましい実施形態では、少なくとも1つのデータ記憶フィールドをその間にはさんで少なくとも2つの操作データ・フィールドを記憶媒体に配置する。この特徴により、別の操作データ・プローブ・フィールド単位が例えば機械的な衝撃で損傷した場合でも、少なくとも1つの操作データ・プローブ・フィールド単位が損傷しない確率が高まる。

【0033】別の好ましい実施形態では、記憶媒体のフィールドを2次元配列で配置し、そのフィールドの少なくとも3つを操作データ・フィールドとする。この操作データ・フィールドは、各2つのフィールドの間に少なくとも1つのストレージ・データ・フィールドをはさんで記憶媒体に配置され、すべての操作データ・フィールドを一直線上に並べるのではない。この特徴により、少なくとも1つの操作データ・プローブ・フィールド単位が例えば直線状のかき傷やその他の衝撃によって損傷しない確率が高まる。

【0034】別の好ましい実施形態では、フィールドの小数が操作データ・マークを備え、フィールドの大半が非操作データを記憶するものとする。エラーのない操作データが高確率で実現するように、なお記憶容量を重視する方式で操作データ・フィールドの冗長性を一方で制限する。

【0035】別の好ましい実施形態では、調整ユニットが、操作データ・フィールド走査プローブに接続された入力を有する。さらに、調整ユニットは、好ましくは、操作データ・フィールド走査プローブから伝えられる入力値に基づいて調整後の走査パラメータを計算する計算ユニットを備える。操作データ・フィールドの走査中に

フィールドを切り替え、調整後の走査パラメータを計算する、あるいはフィールドの一部に欠陥がある場合に操作データ・フィールドを切り替える手段が提供される。

【0036】さらなる好ましい実施形態では、調整ユニットは、操作データ・フィールドの走査プローブから伝えられる値を平均する平均ユニットを備える。上述の実施形態の1つと同様に、値の平均は、非常に正確な調整後パラメータを計算するのに有用である。値の平均は、単一の操作データ・フィールドに配置された複数の同一のマーク・パターンだけでなく、異なる操作データ・フ

ィールドに配置された同じマーク・パターンにも基づくことができる。値の平均は、エラー耐性を高めるために多数決も含む。異なるフィールドの同じマーク・パターンを並行して走査する可能性があるので、迅速かつ正確にパラメータの調整を計算し、行うことができる。

【0037】別の好ましい実施形態では、第2の操作データ・フィールドが第1の操作データ・フィールドと異なるマーク・パターンを備える。例えば第1のマーク・パターンと第2のマーク・パターンによって表される2つの入力値に依存して調整後のパラメータを計算する場合

には、第1の操作データ・フィールドは第1のマーク・パターンを含むことが好ましく、第2の操作データ・フィールドは第2のマーク・パターンを含むことが好ましい。これらのフィールドが並行走査の方向に配列上に配置されている場合には2つの操作データ・フィールドが同時に読み出されるため、それらのパターンを逐次走査するよりも高速に入力値を得ることができる。

【0038】別の好ましい実施形態では、操作データ・フィールドが、操作データを表すマークをトラッキング・マークの形で備える。トラッキング・マークは、現在のトラック中心線からの関連付けられたプローブの偏位を判定するために設計され、特にそのために配置される。このトラッキング・マークは、関連付けられたチップの現在のトラック中心線に対するトラック交差位置を識別するのを助けるような方式で、操作データ・フィールド内に配置される。この意味で、トラッキング・マークは、信頼できるデータの読み取りまたは書き込みを実現するために走査モードでプローブの位置合わせに使用される走査データ・マークである。したがって調整された走査パラメータは偏位データを含む。

【0039】別の好ましい実施形態では、偏位の場合に現在のトラック中心線にプローブを再配置するための調整された走査パラメータをサーボ・アクチュエータに供給し、調整された走査パラメータは偏位データに依存する。サーボ・アクチュエータは、偏位したプローブを現在のトラック中心線に再配置する迅速な手段である。このようなアクチュエータは、一般に、偏位情報を、記憶装置の駆動機構全体に属するサーボモータに対する制御信号に変換する。

【0040】別の好ましい実施形態では、トラッキング

・マークの少なくとも一部をトラック交差方向にトラック中心線から中心をずらして配置する。偏位したプローブはこの中心のずれたトラッキング・マークの1つの上を走査する際に高振幅信号を出力するので、この特徴により偏位情報の生成を助ける。

【0041】記憶装置の好ましい実施形態は、操作データ・フィールドの各トラックに中心をずらしたトラッキング・マークを備える。偏位データは、すべてのトラックについて、特にすべてのトラックの中心線について生成することができる。

【0042】別の好ましい実施形態では、決定されたトラックに関連付けられたトラッキング・マークが、マーク中心と個々のトラック中心線との間の異なるトラック交差距離を備える。本発明のこの実施形態によれば、偏位の大きさを正確に求めることができる。

【0043】別の好ましい実施形態では、1つまたは複数の操作データ・フィールドが仮想のバーストを有し、これは物理的には、ある操作データ・フィールドの異なるトラックに属するトラッキング・マークを含む領域と理解される。トラッキング・マークは、そのマーク中心と中心線との間、またはそのマーク中心と別のバーストのマークのマーク中心との間に所定の距離を保持する際に特定のバーストに属する。この種のトラッキング方式は、トラックの横幅方向のチップの正確な位置を推定するトラッキング・アルゴリズムをサポートする助けとなる。マーク中心は、平面図におけるマークの範囲の中心と理解される。例えば相互から減算するなど異なるバーストのマーク値を処理してチップの正確な位置についての情報をさらに得ることができるので、トラッキング・マークの第1のバーストに加えて第2のバーストを備えることにより一意の復号が可能なトラック交差位置を求める助けとなる。

【0044】別の好ましい実施形態では、バーストが、各トラックまたはトラック中心線と関連付けられた複数のトラッキング・マークを備える。この種の冗長性により、信頼性のある偏位情報を得、平均ステップを行う確率が高まる。

【0045】以下の実施形態の一部が有する効果は、いわゆる同相信号に関するものである。同相信号は、第1のバーストのマークをトラックを交差して走査し、第2のバーストの交差トラック走査マークから得た値からその走査された値を減算することによって得られる。プローブの実際の動きはトラックに平行な長手方向の動きなので、この垂直方向のプローブの動きは概念的なものに過ぎない。

【0046】同相信号は、チップの正確な位置についての情報を得る助けとなる。同相信号はトラック交差方向でトラックに沿ってある値を有し、したがってある値をつきとめるとプローブのトラック交差方向の偏位、すなわち位置誤差を判定する助けとなる。値は、可能性とし

ては偏位したプローブをトラックに平行にトラックに沿って2つのバーストにわたって長手方向に動かし、両バーストのマーク値を走査し、そのマーク値を減算し、同相値を受け取ることによってつきとめる。このように計算した同相値により、偏位位置を判定することができる。

【0047】以下の好ましい実施形態では、2つの分離したバーストのマーク間のマーク中心のトラック交差距離がマークの直径にほぼ等しい。トラック交差変位が少なくともマーク直径より小さくない場合は同相信号が一定の傾きを示し、正確な偏位を容易に識別する助けとなる。

【0048】別の好ましい実施形態では、2つの分離したバーストのマーク間のトラックを交差したマーク中心の距離がマーク直径よりも小さい。トラック交差変位がマーク直径より小さい場合、同相信号は傾きが異なる複数の部分を示す。同相信号に異なる傾きがあることは、同相信号の値がトラック中心線で値ゼロであれば容認することができる。様々な傾きは、理想的でないマーク・トポロジのバランスをとるのにも有用である場合がある。

【0049】別の好ましい実施形態では、2つのバーストのマーク間に2つの異なるマーク中心トラック交差距離がある。第1のマーク中心トラック交差距離は、マーク直径よりも小さい値である。第2のマーク中心トラック交差距離は、トラック・ピッチ(TP)から前記第1のマーク中心トラック交差距離を引いた値である。この第1のマーク中心トラック交差距離は、第1のバースト中のマークから第2のバースト中の最も近いマークに縦方向に向かうと得られる。第2のマーク中心トラック交差距離は、第2のバースト中のマークから第1のバースト中の最も近いマークに縦方向に向かうと得られる。このマーク配置により同相信号に異なる傾きが生じる可能性があるが、トラック中心線で同相信号の値がゼロになるのを助ける。

【0050】別の好ましい実施形態では、2つのバーストのマーク間のマーク中心トラック交差距離はマークの直径に依存しない。この実施形態では、トラッキング・マークの直径または固定位置に依存せず、トラック中心線の上に相対的にトラッキング・マークを配置する容易な方法が得られる。

【0051】別の好ましい実施形態では、2つのバーストのマーク間のマーク中心トラック交差距離はトラック・ピッチ/2である。この実施形態では、マークのトラック交差距離とマーク直径を切り離す。マーク直径は基本的に可変であり、書き込みの力などのパラメータに依存するので、これは重要である。

【0052】別の好ましい実施形態では、2つのバーストのトラッキング・マークのマーク中心からトラック中心線までのトラック交差距離が同じである。したがっ

て、トラッキング・マークはトラック中心線をはさんで対称的に配置されることになり、一意に復号できる偏位位置が実現される。

【0053】別の好ましい実施形態では、操作データ・フィールドが第3および第4のバーストを有し、第1および第3のバーストのマークの中心間のトラック交差距離と、第2および第4のバーストのマークの中心間のトラック交差距離がいずれもトラック・ピッチ/4である。上述の同相信号は、しばしば、一意の位置推定を行うのには適切でない。同相信号を一意に復号可能にするには、同相信号を90度移相することにより直角位相信号を生成しなければならない。同相信号の各値に直角位相信号の別の値が対応するので、同相信号自体が一意に復号可能な同相値を提供しない場合でも、関連付けられた直角位相値と組み合わせて同相値を一意に復号することができる。

【0054】別の好ましい実施形態は、同相値を計算するために第2のバースト・マークの走査された値から第1のバースト・マークの走査された値を減算する減算回路を備える。したがって、同相値は同相信号の値を表す。

【0055】別の好ましい実施形態は、直角位相値を計算するために第4のバースト・マークの走査された値から第3のバースト・マークの走査された値を減算する別の減算回路を備える。したがって、直角位相値は直角位相信号の値を表す。

【0056】別の好ましい実施形態は、同相値および直角位相値によって決まる調整後の走査パラメータを計算するエバリュエータを備える。この調整後の走査パラメータは、トラック上のプローブの偏位または位置に関する情報を含む。

【0057】記憶装置の別の好ましい実施形態は、走査モード中に記憶媒体に相対的にプローブを動かす駆動機構を備える。駆動機構を適用する際に記憶媒体に相対的にプローブを同時に動かすために、決定された恒久的な相互間の距離でプローブを機械的に結合する要素が提供される。この実施形態により、最小の駆動労力ですべてのフィールドの並行走査が実現される。駆動機構は、x方向の動きとy方向の動きのための2つのサーボモータを備えることができ、後者のサーボモータは、トラッキングのためのサーボ・アクチュエータを備える。無論x方向の動きとy方向の動きは入れ換えてよい。この他の適切な駆動機構を適用することができる。結合要素は、すべてのプローブが決められた変位で配置されたベースプレートでよい。結合要素の別の実施形態は、複数のプローブに共通の基板でよい。

【0058】別の好ましい実施形態では、駆動機構はサーボ・アクチュエータを備え、エバリュエータは、プローブ・アレイのトラック交差位置を記憶媒体に相対的に調整するための調整された走査パラメータからサーボ・

アクチュエータの制御信号を得るように設計される。

【0059】別の好ましい実施形態では、各プローブがカンチレバーとチップを備える。このプローブ実施形態は接触走査を行うように構成される。カンチレバーはばね特性を備える。

【0060】別の好ましい実施形態では、トラッキング・マークは基本的に、記憶されたあるいは記憶しようとする非操作データ・マークと同じ形状である。操作データ・マークと非操作データ・マークはいずれも同じ技術で書き込まれ、したがって同じ基本形状を有することが好ましい。これにより、操作データ・フィールドにマークを提供する際の労力が低減する。書き込むのが操作データ・マークであるか、あるいは非操作データ・マーク、従来のデータ・マークであるかに関係なく単一の書き込み技術を適用することができる。

【0061】別の好ましい実施形態では、記憶媒体層の領域形状的な特性としてマークを特徴付ける。領域形状的なマークは、カンチレバー式プローブによる接触モードの走査を支援する。

【0062】別の好ましい実施形態では、マークは記録層のくぼみまたは平坦部である。この実施形態は、熱書き込み技術をサポートする。熱書き込みでは、記憶媒体の適切な層（ポリマー層が好ましい）に押し付けながらチップを加熱し、チップの下の個所が融解するとくぼみが形成される。

【0063】別の好ましい実施形態では、くぼみ型のマークは断面がほぼ対称形の円錐形の壁面を有する。この形状は、上述の熱機械的な書き込みの結果である。この種のくぼみ形状の利点は、先鋭なチップで高解像度の走査を行えることである。このようなくぼみマークを走査する際は、くぼみの存在を検出できるだけでなく、くぼみマークの中でチップがくぼみに交差する位置も検出することができる。中心から離れたくぼみの側壁にチップが置かれるとそれを検出することができる。

【0064】別の好ましい実施形態では、好ましくは非操作データ・マークとは異なり、トラッキング・マークが走査方向に細長い形状を有する。走査のために、読み取りパルスはチップが正確にマーク中心上に置かれた瞬間に発生させることができる。パルスを発するタイミングを失敗すると、マーク中心を逸れるので読み取り値がその最大値に達しない。この結果偽の偏位が検出される。上記で提案したトラッキング・マークの形状はタイミング・エラーに対してより堅牢であり、読み取りパルスを発するのに短い瞬間ではなく長い期間を可能にし、したがって走査される操作データ値の質を高める。

【0065】別の好ましい実施形態では、操作データ・フィールドが、走査モードでプローブに印加される読み取り、書き込み、または消去パルスの頻度または位相を決定または調整するためのタイミング・マークを備える。読み取り、書き込み、消去、あるいはこれらの動作

の組み合わせのための正確なパルス発生瞬間は、操作データ・フィールドから得ることができる。タイミング・マークおよびトラッキング・マークは、共通の操作データ・フィールドに置くことができる。操作データ・マークは、タイミングとトラッキングのための情報を同時にすら供給することができる。ここでこれらの種のマークを走査し、読み取り、その応答をトラッキングの観点とタイミングの観点の両方から評価する。別の好ましい実施形態では、操作データ・フィールドが、トラックの識別を判定するためのマークを備える。プローブ、特に操作データ・フィールドの走査プローブは、判定されたトラックの識別に応じて個々のフィールドのトラック上にセットすることができる。

【0066】本発明の別の態様によれば、記憶媒体を走査する方法が特許請求され、この方法は、記憶媒体の1つまたは複数のフィールドをプローブで走査し、フィールドは走査モードを操作するための操作データを表すマークを含むことと、同時にさらなるチップ型プローブで記憶媒体のさらなるフィールドを操作することと、読み取られた操作データに基づいて調整された走査パラメータを計算することと、計算されたパラメータにしたがって走査モードを調整することを含む。

【0067】別の好ましい実施形態では、走査モードを調整するとすべてのフィールドの走査動作が影響を受ける。

【0068】別の好ましい実施形態では、操作データ・フィールドの走査中に計算および調整のステップが数回行われる。

【0069】別の好ましい実施形態では、操作データ・フィールド中の冗長なマークを走査し、それに対応する値を平均し、平均した値に基づいて調整された走査パラメータを計算する。

【0070】別の好ましい実施形態では、操作データを表すマークを含む少なくとも1つの追加フィールドを関連付けられたチップ型プローブで同時に走査する。

【0071】別の好ましい実施形態では、操作データ・フィールドが冗長なマークを備え、異なる操作データ・フィールドの冗長なマークの対応する値を平均し、平均した値に基づいて調整された走査パラメータを計算する。

【0072】別の好ましい実施形態では、異なる操作データ・フィールドが異なる操作データを表すマークを備え、異なる操作データ・フィールドのマークが同時に走査される。

【0073】別の好ましい実施形態では、プローブはトラック中心線を備えるトラックに沿って関連付けられたフィールドを走査し、トラック交差方向に偏位したプローブを関連付けられたトラック中心線に再配置する。

【0074】別の好ましい実施形態では、中心をずらしたトラッキング・マークを備えるバーストを走査し、バ

ーストのうち2つの対応するマーク値を減算して同相値を計算し、バーストのうちさらなる2つの対応するマーク値を減算して直角位相値を計算し、その同相値および直角位相値に基づいて調整された走査パラメータを計算する。

【0075】別の好ましい実施形態では、走査モードでプローブに印加される読み取り、書き込み、または消去パルスの頻度または位相を調整する。

【0076】この方法とその実施形態の利点は、上述の本発明による装置とその実施形態の利点に従う。

【0077】本発明およびその実施形態は、現在の時点では好ましいものの本発明による実施形態を例証する以下の詳細な説明を添付図面と併せて参照することにより、より完全に理解されよう。

【0078】異なる図は、同様あるいは同一の内容をもつ要素を表す同一の参照符号を含む可能性がある。

【0079】

【発明の実施の形態】図1は、本発明による記憶装置の透視図を示す。基板11とポリマー層12からなる記憶媒体1は、複数のプローブ21を有するプローブ・アレイ2と向かい合っている。

【0080】プローブ21は、板状の結合要素22に機械的に結合されている。結合要素22は説明のためだけに透明にし、一端で切り開いている。図16は、単一のプローブ21の透視図である。プローブ21は、その端にチップ212を有するばね式カンチレバー211を備える。カンチレバー211は縦の力に反応する。プローブ21はさらに、カンチレバー211の脚部とチップ212の間にヒータ・プラットフォーム213を備える。

【0081】記憶装置内での書き込みは、熱機械技術を使用して行われる。プローブ21により局所的な力がポリマー層12に加えられる。接触モード中に電流または電圧のパルスによってヒータ・プラットフォーム213を加熱することによってポリマー層12を軟化させ、これによりポリマー層12は、チップ212がポリマー層12に接触した個所で局所的に軟化する。この結果、図17に示すように、ナノスケールの直径dの小さなくぼみマーク5がポリマー層12に形成される。

【0082】データを読み取るために、ポリマー層12を一定の速度でプローブ・アレイ2の下で動かす。走査速度とマーク間の距離により、1秒あたりに読み取られる、あるいは書き込まれるマーク/ビットとしてシステムのデータ転送速度が決まる。読み取りも熱機械の概念を用いて行う。書き込みに用いるヒータ・カンチレバー211に、その熱に依存する抵抗を利用して熱読み取りセンサとしての追加的機能を与える。読み取りのためには、書き込みに必要とされるほどポリマー層12を軟化させない程度の温度で抵抗器を操作する。電力節約の理由から、カンチレバーを読み取りの目的に適した温度まで加熱するには、DC電流またはDC電圧ではなく、持

続時間が短い周期的な電流または電圧パルスをカンチレバーに印加する。このパルス状の読み取り信号により、データ読み取りのためのカンチレバーにおける動作温度が決まる。データの検出は、加熱されたカンチレバーがトラック上を走査する際のカンチレバー中の電流信号の変化を監視することによって行う。熱の感知は、プローブ21がくぼみマーク5の中に移動すると熱の伝達がより効率的になるためにプローブ21と記憶媒体1との熱伝導が変化するという事実を利用する。カンチレバーのチップがポリマーのくぼみマーク5の中に移動するとヒータとポリマーの距離が短くなるため、プローブの温度はより効率的な空気を通じた熱伝達によって低下する。くぼみマーク5は実際には垂直の壁面を有さないもので、図17に示すように記憶媒体1の円錐形のくぼみとしてモデル化している。チップ212の運動中の加熱したカンチレバー211の温度変化は、カンチレバーがマークの端からマークの深さが最大であるマークの中心へと下方に動くのに従った漸進的な変化である。この結果、ヒータ・プラットフォームの温度としたがってその抵抗が低下する。したがって、カンチレバー211がデータ・マーク上を走査する間には加熱された抵抗器の変化を監視する。

【0083】単に説明のために、図1ではマーク5を記憶媒体1の限られた範囲だけに示している。

【0084】プローブ21は、プローブ・アレイ2を記憶媒体1に相対的に動かすか、あるいはその逆により記憶媒体1全体を走査する。図1では記憶媒体1を動かし、プローブ・アレイはその位置に固定している。矢印xおよびyは走査方向を表し、矢印zは、プローブ・アレイ2全体を記憶媒体1に接触させる縦方向の接近および水平化の方式を表す。

【0085】図1には明示的に示していないが、記憶媒体1はフィールドに分割されている。アレイ2の各プローブ21は、それ自体のデータ・フィールドだけで例えば書き込みまたは読み取りなどの走査を行う。この結果、例えば32x32個のプローブを有する記憶装置は、32x32=1024個のフィールドを備えることになる。

【0086】図1には明示的に示していないが、続く図2および図3の参照符号42に示すように、これらのフィールドの少なくとも1つは、適切に走査モードを実行するために記憶装置が使用する操作データを含む。この操作データは、走査のタイミング情報を得るためのデータなどである。電力節約の理由から、記憶媒体1を操作する際にはDC電圧ではなく短持続時間の周期パルスをカンチレバー211に印加する。通常動作では、隣接するマーク5間の水平距離に対応してT秒に1回そのようなパルスを発生させる。パルスの持続時間は、カンチレバーがマーク5に入り、出るのに要する時間に比べて短い。このため、操作データ・フィールドからタイミング

情報を得ることが有用である。この他の操作データは、下記で詳細に説明するトラッキング・データなどである。

【0087】操作データ・フィールドはデバイスの製造者があらかじめ書き込むことが好ましいのに対して、他のデータ・フィールドは、記憶装置が再書き込み可能な特性を備える場合はあらかじめデータを書き込まないが、記憶装置が読み取り専用である場合は事前にデータを書き込んでおく。

【0088】記憶装置は、マルチプレクサ23によって図式的に示す行とバーストの時間多重化アドレッシングで操作することが好ましい。図1による記憶装置は、すべてのフィールドを並行して操作することができる。記憶フィールドは、行単位またはバースト単位で操作することもできる。プローブ21が機械的に結合されているため、1つのプローブ21のあらゆる動きが他のすべてのプローブ21に加わる。

【0089】図2は、行とバーストに構成された4x4個のフィールド4を有する記憶媒体1の記号的な平面図である。各フィールドはマーク5を含む。各フィールド4には記号的な9つのマーク5を表している。言うまでもなく、この種の記憶装置は可能な限り多くのデータ・マークを記憶媒体1にパックすることが望ましいので、この数は真の性質ではなく単に記号的なものである。図のフィールド4は、記憶装置を動作させるための操作データだけを含む左上のフィールド42以外はすべてデータ記憶フィールド41である。フィールドは、分かりやすいように縁をつけている。フィールド41、42の始まりと終わりを定義するために、溝形状のそのような縁も記憶媒体1の上に配置することができるが、必ずしも配置されない。フィールドは、単一のプローブ21が走査するマーク5の範囲によって定義される。

【0090】また、記号的なチップ型のプローブ21のうち数個のみをすべてのフィールド41および42に接触する走査位置に示している。プローブ21は、図2に共通の配線によって記号的に表すように電氣的に時間マルチプレクサ23に接続されている。

【0091】操作データ・フィールド42はデータ記憶フィールド41より広いジオメトリを有することにより、スキャナの方向転換と、関連付けられたプローブ21を所望のトラックに再度センタリングすることを可能にしてもよい。

【0092】図3は、行とバーストに構成された6x5個のフィールド4を備える記憶媒体1の別の記号的な平面図である。各フィールド4は、記号的に点として表したマーク5を備える。いずれも記憶装置を動作させるための操作データだけを含む左上隅のフィールド42とその下のフィールド以外のフィールドはすべてデータ・フィールド41である。

【0093】図が見やすいように図にはプローブ21の

一部のみを記号的に示している。図3には、いくつかの要素、すなわち入力34、保護回路31、平均ユニット33、および計算ユニット32を備える調整ユニット3を示しており、計算ユニット32は、第1の減算ユニット321、第2の減算ユニット322、およびエバリュエータ323を備える。これらのサブユニットについては下記で別の図面との関連でより詳細に説明する。調整ユニット3は、プローブ・アレイ2を記憶媒体1に相対的に動かす記憶装置の駆動機構6に接続されている。

【0094】調整ユニット3は、個々のソフトウェア・プログラムを備えるマイクロコンピュータ、あるいはハードウェアでよく、あるいは一部をハードワイヤー・ロジック、一部をソフトウェアとして実施しても、その他の形で実施してもよい。平均ユニット33は計算ユニット32の一部でよく、その逆も可能である。これに関連して、用語「ユニット」は、物理的ユニットではなく、物理的な対応物を有することも可能であるがその必要はない機能として理解される。

【0095】調整ユニット3は、走査された操作データを受け取るように設計される。両方の操作データ・フィールド走査プローブ21への入力34の直接の物理リンクは、物理的な2つの配線リンクというよりは記号的なリンクであり、多重化またはその他の技術によって実現することもできる。調整ユニット3は一般に、受け取った操作データを処理し、多数またはすべてのプローブ・フィールド単位の走査モードに影響を与えるパラメータを出力する設計である。この調整された走査パラメータは、駆動機構6、またはプローブ21が走査を行う方式に影響を与えることができ、調整ユニット3とプローブ21および駆動機構6を結ぶ線で記号的に表している。

【0096】図4は、本発明による例示的操作データ・フィールド42の平面図である。操作データ・フィールド42は、いくつかのトラックTR1...TR6を備える。トラック中心線TRC1...TRC6は各トラックTRの真中を表し、関連付けられたチップが走査モード中に動く進路を表しており、また対応する矢印をつけた走査方向SCDも参照されたい。トラック中心線TRC1...TRC6に沿って操作データを表すマーク5がある。各マークはそのトラック中心線に中心が合わせられているので、中心を合わせたチップ型プローブはマーク5を検出することができる。マークのくぼみの存在は論理的な1に対応し、くぼみの非存在は論理的な0に対応する。ピットとも称するくぼみはすべて名目上は同じ深さおよびサイズであり、トラックTRに沿って互いから固定された水平距離で配置されている。マーク中心間の水平距離をビット・ピッチBPと呼ぶ。垂直方向のトラックの範囲、したがって隣接するトラック中心線間の垂直距離をトラック・ピッチTPと呼ぶ。

【0097】図4のマーク5は、円として表したくぼみと、図示していないものの例えば2個と4個のマーク配

列の間になお「生きて (alive)」いる平坦部という物理的特性を有する。図4から容易に見出すことができるように、ある量のマーク5はマーク・パターンMP1を表し、このパターンは各トラックTRにつき3回繰り返される。このマーク・パターンMP1が読み取りまたは書き込みの頻度のような常に変化する走査パラメータを決定する助けとなると想定すると、この頻度は瞬間 t_1 、 t_2 、および t_3 で3回調整することができる。正しい頻度を決定するためのマーク・パターンMP1が完全に走査されるたびに、補正または調整用のパラメータが計算される。すべてのフィールドの走査は並行して行うことが好ましく、また調整されたパラメータはすべてのプローブに分配されるか、あるいは少なくともプローブの大半が調整されたパラメータの影響を受けるので、これはすべてのデータ・フィールドの走査頻度に影響を与える。

【0098】フィールドは通例トラック単位で走査するので、すべてのトラックに同一のマーク・パターンを提供することが有用である。したがって、マーク・パターンMPTRを構築する3つのマーク・パターンMP1をすべてのトラックに提供する。

【0099】図5ないし図12の説明ではトラッキングに用いられる操作データに関する。理想的なトラック上での位置、好ましくはそのトラック中心線上の位置からのプローブの偏位（位置と同義）を知って、プローブをその理想的な位置に再配置することが望ましい。そうでないと走査されたデータがエラーを含む可能性がある。

【0100】説明のために、図5にはトラックを交差する範囲にわたる理想的な同相信号と直角位相信号を示している。横軸の数字は、トラック・ピッチTPの間隔を空けたトラック中心線の番号に対応している。

【0101】同相信号は、チップの正確な位置と、そのトラック中心線からのトラック交差偏位についての情報の入手を助ける。同相信号は、トラックに沿ってトラック交差方向にある一定の値を有する。記憶装置を操作する際、プローブの変位は適切に配置されたトラッキング・マークを通じて検出することができる。これらのマークの上に載るとプローブはある振幅の信号を伝える。この振幅の値を復号して同相信号に応じた偏位または位置とすることができる。

【0102】図5に示すような理想的な同相信号は、トラック交差方向に1トラック幅にわたって一意の値を有する。したがって、理想的な同相信号のすべての単一の値は、あるトラック内の一意の偏位値を表す。理想的な同相信号はトラック中心線でゼロになり、1トラック・ピッチTP（±各トラック中心前後の2分の1トラック・ピッチ）に対応するトラック交差長さにわたって線形である。したがって、トラック交差方向の位置誤差はそれぞれ、トラック・ピッチ内で偏位値と一意に対応付けられる。トラック内における信号の一定の傾きとトラッ

ク中心線のゼロ値は、迅速かつ容易な偏位の復号を支援する。

【0103】不都合なことに、一意に復号可能な値を同相信号に沿って提供するトラッキング構造をこの記憶媒体に提供することは難しい。本発明の一態様をデータ・マークと異なるマークをトラッキング・マークとして使用することに適用すると、一意に復号可能なトラッキング構造の構築はマーク直径とトラック・ピッチに依存する。

【0104】理想的な同相信号を提供するのに近いトラッキング構造を有しても、場合によってはトラック境界線の前後、特にその最小値と最大値の前後で同相信号の平坦化が生じる。この現象が生じると、同相信号中の値を一意に復号することができない。これらの位置における一意の偏位の復号を保証するために、図5の点線で示すようにさらに直角位相信号を生成する。この直角位相信号は、同相信号を90度移相したバージョンである。直角位相信号は、トラック境界線でゼロ交差がある。直角位相信号は、同相信号の偏位のあいまい性を除去する一助となる。これは、トラック中心線前後では同相信号を使用し、その他の個所では直角位相信号を使用することによって実現される。実際に使用する信号を知るためには、同相信号の値と直角位相の値の両方を評価しなければならない。位置誤差信号PESとも称される、結果得られる信号を図5の太い実線で示す。この信号は区分線形であり、すべてのトラック交差位置で一定の絶対的な傾きを有する。

【0105】図6は、トラッキング・マーク・パターンの第1のアプローチを示す。図6は、本発明による操作データ・フィールドの第1のトラッキング・パターンの一部を平面図で示す。図7は、それに対応するトラック交差範囲にわたる同相信号と直角位相信号を示す。図8ないし図11は、トラッキング・マーク・パターンのさらなる実施形態を示す。走査方向SCDを示している。

【0106】図6、8、および10で、実線の水平線はトラック中心線TRCを表し、トラッキング・マーク5は、ポリマー製のストレージ表面の完全な円錐形のくぼみとしてモデル化しており、平面図であるため円形状になっている。これらの図はそれぞれ、トラック・ピッチ $TP = 3d/2$ で、0から3の番号をつけた4つのトラック中心線TRCを示している。パラメータ d は、1つのマーク5の直径である。各図には4つのバーストA、B、C、およびDを示す。バーストAおよびBに配置されたトラッキング・マーク5は同相信号を構築し、バーストCおよびDに配置された他のトラッキング・マーク5は直角位相信号を構築する。

【0107】図6による実施形態を参照すると、バーストBのトラッキング・マークの中心は、バーストAのマーク中心からマーク直径 d に等しい量だけ縦にオフセットされており、矢印でトラックを交差したマーク中心間

の距離を示している。この縦方向のオフセットは、常に、異なるバーストに属するマークのマーク中心間のトラック交差距離と理解される。上述のバースト A と B のマーク間の距離では、2 つのバースト A および B のマーク間に縦方向の重なりがないことが保証される。これと同じ原理はバースト C と D のマークにも当てはまるが、バースト C 中のマーク中心はバースト A のマーク中心から $d/2$ だけトラック交差方向にオフセットするという追加的条件が加わる。この関係は、バースト D と B のマークにも当てはまる。後者の条件は、対応する直角位相信号を生成するために必要とされる。

【0108】同相信号と直角位相信号の生成を説明するために、チップ型プローブが番号 0 のトラック中心線上に配置され、バースト A のマークの中心と交差する線（点線）に沿って番号 3 のトラック中心線へと縦に下方に移動すると想定する。チップは一番上のマークの端部からその中心に向かって移動し、次いでマークの下端、空白領域、そして再びマーク等へと移動する。応答信号の大きさはマーク中心からの距離に従って線形に縮小し、ここで採用する円錐形のマークに従ったマークの外側でゼロか、またはある定数に等しくなる。

【0109】実際のプローブの動きはトラックに平行な長手方向の動きなので、この箇所および以下で開示する垂直方向のプローブの動きは概念的なものに過ぎない。垂直方向の動きは、同相信号および直角位相信号、そして可能性としてはその結果生じる位置誤差信号の生成を説明するために想定しているだけである。位置誤差信号は、すべての偏位あるいは位置誤差の値を加えることによって生じる曲線であり、各値はプローブの偏位したトラック交差位置に対応する。

【0110】同相信号を生成するために、次いでチップをバースト B の上に移動し、バースト B のマーク中心と交差する垂直線（点線）で読み取り信号を測定する。次いで $A - B$ の差として同相信号を生成するが、A と B は垂直方向に走査されたバースト A および B の復調後の信号値を表す。図 7 には線 I でこの同相信号を表している。この同相信号は d の倍数でゼロ交差があるが、 $TP = 3d/2$ なのでこれは一般にはトラック中心線には対応していない。したがって、同相信号はそれ自体では一意に復号することはできない。

【0111】このために直角位相信号が必要となる。直角位相信号は、上述の方式でバースト A および B についてバースト C および D のマークを走査することから生成され、バースト C がバースト A に置き換わり、バースト D がバースト B に置き換わる。直角位相信号は、バースト C および D のマークを垂直方向に走査し、バースト D の値をバースト C から減算することによって生成される。この結果を直角位相信号 Q として図 7 に示しており、直角位相信号 Q は同相信号を 90 度移相したバージョンとなっている。直角位相信号は、同相信号 I が局所

的極値を有する位置でゼロ交差を示す。

【0112】ただし、可能性としては偏位したプローブは、長手方向、すなわち走査方向 SCD にトラックに沿って移動する。バースト A および B 両方のマーク値が走査される。そのマーク値を図 3 の減算回路 321 によって減算し、減算回路 321 は同相値 IPV を出力する。例えば、図 6 でトラック 1 を走査し、プローブがわずかに偏位しており、減算回路 321 から伝えられる同相値 IPV が図 7 に示す例示的値を有するとする。この同相値 IPV は、図 7 のトラック 1 の同相信号に 2 つの対応を有する可能性がある。走査され計算された同相値 IPV は偏位 $x0$ または偏位 $x1$ を表す可能性があり、これらは同一の絶対的な偏位値であるがトラック中心線 I からの方向が異なる。したがって測定された同相値 IPV は一意に復号することができない。しかし、同相信号の各値に直角位相信号の別の値を割り当てると、同相値とそれに対応する直角位相値を見ることによりプローブの位置を一意に決定することができる。

【0113】対応する直角位相値 QUV を得るために、わずかに偏位したプローブで走査方向 SCD にバースト C および D 両方のマーク値を走査する。このマーク値を図 3 の第 2 の減算回路 322 で減算すると、直角位相値 QUV が出力される。

【0114】プローブが位置 $x0$ に偏位している場合、図 7 によると直角位相値 QUV は負極性を有する。プローブが位置 $x1$ に偏位している場合、図 7 によると直角位相値 QUV は正極性を有する。この評価は、図 3 のエバリュエータ 323 によって行われる。エバリュエータ 323 は可能な偏位 $x0$ と $x1$ のいずれが正しいかを判定する。この例では位置 $x0$ が識別され、それに対応するトラック交差範囲における位置を調整された走査パラメータに使用する。サーボ・アクチュエータにこのパラメータを供給して、 $x0$ 単位だけトラック中心線にプローブを戻す。

【0115】この評価方法は、同相信号と直角位相信号の組み合わせである位置誤差信号 PES と称する信号で表すこともできる。I 信号と Q 信号を区分的に組み合わせると、図 7 に実線で示す PES 信号が得られる。この PES 信号はすべてのトラック中心線でゼロ交差があり、一定の絶対的な傾きを有し、この傾きによってこの信号が有効な PES 信号となる。ただし、この PES 信号はすべての $d/2$ の倍数でゼロ交差を示している。トラック・ピッチ $TP = 3d/2$ であるこの実施形態では、各トラック中心線前後のトラック幅 TP の範囲内にこのようなゼロ交差が 3 つ存在する。しかしこのことは偏位の一意の復号を妨げない。偶数番号のトラックでは、同相信号 I のゼロがトラック中心を表す。直角位相信号 Q のゼロは、対応する同相値の極性を見ることにより位置の推定に一意に対応付けることができる。これは非常に簡単な復号アルゴリズムである。これは、トラッ

ク中心線TRC前後の範囲内にある組み合わされたPES信号のどの値にも当てはまる。奇数番号のトラックでは信号と値の役割が交代する。PES値があれば、あらかじめ走査動作によって分かっているトラック番号を使用して偏位復調手順の操作モードが決定される。

【0116】通例各バーストは、対応する読み取り信号を平均できるように、対応するトラック中心線TRCからのトラック交差偏位が同一である水平にずらした多数のマークからなるが、図6ないし図11では図を簡潔にするために1つのバーストにつき2つのマークだけを示している。

【0117】トラッキング・マーク・パターンのさらなる実施形態を図8に示し、対応するトラック交差範囲にわたる同相信号Iおよび直角位相信号Qを図9に示す。トラック・ピッチTPはこの場合も $3d/2$ である。この実施形態では各バースト中のマークはTP単位の間隔をあけて垂直方向に配置されており、バーストAとB、およびCとDのマークはトラック交差方向に互いと重なっている。バーストA(C)のマーク中心とバーストB(D)のマーク中心との垂直距離は、図8に示すように交互に $TP-d$ および d となっており、非対称の同相信号および直角位相信号を生じさせる。

【0118】この背後にある考え方は、各トラック中心線TRCでゼロ交差がある同相信号Iを生成するというものである。ただし、各トラックの途中で不要なゼロ交差も生じる。直角位相信号Qは、あいまい性を解消するために必要とされる。定義上、直角位相信号Qは同相信号Iから $2\pi/4$ ラジアン位の位相差があるので、バーストCのマーク中心は、バーストAのマーク中心からトラック交差方向に $TP/4$ 単位だけオフセットしなければならない。

【0119】図9で同相信号Iは区分線形であるが、信号Iはその極値を中心として非対称形を示しており、これはバーストAおよびBのマークが垂直方向に非対称に配置されていることから生じる。この結果、同相信号Iのゼロ交差は直角位相信号Qの極値と整合せず、その逆も同様である。これにより復号の際の費用が高くなるが、トラック交差方向で複数のトラックにわたり一意の偏位値が得られる。

【0120】図10にトラッキング・マーク・パターンのさらなる実施形態を示し、対応するトラック交差範囲にわたる同相信号Iおよび直角位相信号Qを図11に示す。トラック・ピッチTPはこの場合も $3d/2$ である。

【0121】図8、9のトラッキング・マーク・パターンと同様に、図11で生成されるPES信号はトラック中心線とその中間にゼロ交差を有する。しかし不要なゼロ交差は、この場合にはトラック中心線で最小値を有しその中間で最大値を有する、あるいはその逆の直角位相信号Qを通じて容易に解消される。1つの信号の極値と

もう一方の信号のゼロの位置合わせは、バーストAおよびB、そしてバーストCおよびDのマーク中心を互いから等しい垂直距離で配置することによって実現される。同じバーストのマーク中心間の距離はTPに等しく、一方バーストAとB、そしてバーストCとDのマーク中心間の距離は $TP/2$ である。バーストAとCのマーク間の垂直距離は $TP/4$ である。

【0122】図11のPES信号はその期間の半分を通じて線形ではないが、I信号およびQ信号両方の使用によりすべての地点で一意的に復号することが可能である。

【0123】図10のマーク・パターンの特性で注目すべきなのは、このパターンではマークの垂直距離とマーク直径 d を切り離すことである。マーク直径 d は可変であり、書き込みの力などのパラメータに依存するので、これは有用である。実際、マークはポリマー媒体の完全な円錐形のくぼみではなく、くぼみの周囲に複数の輪を示すことが分かっている。これは、くぼみの直径がマークの直径より小さいことを意味する。しかし、位置誤差の復調は、読み取り信号の大きさはマーク中心から離れるに従って低下し、中心から d に等しい距離でバックグラウンド・レベルに達するという原理に基づく。くぼみの直径が小さくなると、位置誤差復調の有効範囲も縮小する。一意の復号を保証し、複数のゼロ交差を回避するために、バーストAとBのマークおよびバーストCとDのマークを垂直方向に近づけ、マークがトラック交差方向で重なるようにしなければならない。図10のマーク・パターンはこの柔軟性を提供し、同時に一意の復号も維持する。

【0124】ここに提案するすべてのトラッキング・マーク・パターンに共通する特徴の1つは、いずれも製造が容易なことである。トラッキング・フィールドへの書き込みはプローブ自体によって行うことができる。自己書き込みは、リソグラフィ・ステップを必要とする例えばトラッキング・マークのエッチングに比べてかなりコストが安く、速度も速い。

【0125】データ・フィールドの読み取りは、操作データ・フィールドの読み取りと同様に行う。したがって、操作データ・フィールドは従来のデータに提供されるフィールドと類似したものになり、唯一の違いは中心をずらしたトラッキング・マークの配置である。

【0126】さらなる利点は、トラッキングの復調がデータの読み取りとほぼ同一である点である。具体的には、カンチレバーのチップがマーク中心と交差すると持続時間が短いパルスが発される。これは、位置誤差の生成にはどのカンチレバーでも使用することができ、したがってシステムの電子機器回路の設計が単純になることを意味する。

【0127】図12は、マークの形状に注目した操作データ・フィールド中のトラッキング・パターンのさらなる実施形態である。このマーク・パターン自体は、異な

るバースト中に操作フィーチャを相対的に垂直方向に配置する点では図6のマーク・パターンと同様である。

【0128】上述のパターンに属するマークの走査は、プローブのチップが正確にマーク中心に接する瞬間に読み取りパルスを発生させなければならないので、タイミングの誤差に影響を受けやすい。したがって、チップを正確にトラック中心線上に配置したときでも、パルスの発生がマーク中心とずれたときには読み取りの振幅がその最大値に達さない。この結果、その局所的な極値で復調された偏位値の振幅が損失し、ゼロ交差の前後で平坦化が起こる。

【0129】タイミングの変動に対する堅牢性を高めるために、マークは細長くすることが好ましい。すなわち、トラックに平行な方向、したがって走査方向SCDに長くする。制限内で、上述のマーク・パターンによるバースト中のくぼみマーク間の隔たりを「埋め (filled)」、したがって、先の例では複数のマークによって占められていた1バースト当たりのトラック長全体を覆う「太った (fat)」マークを1つのバーストにつき1つだけ形成する。したがってこの細長いマークは、指定のトラック長に沿った細長いくぼみ (trench)、あるいは溝になる。したがって図6のパターンを図12の長いトラッキング・マークに変更する。パターンの配置パラメータは変わらない。偏位値の生成は影響を受けないが、トラック交差方向に沿ったポリマーのくぼみは長手方向に連続的に存在することになるので、この場合にはタイミングの変動に対する堅牢性が必須となる。

【0130】上記の図の詳細な説明によるトラッキング・バースト構成の利点は、細長いトラッキング・マークにも当てはまる。トラッキング情報の自己書き込みはなお可能であり、一方偏位の復調は従来のトラッキング・マークと同じである。点のトラッキング・マークと細長いトラッキング・マークの唯一のわずかな違いは、後者には書き込みにより高い力が必要とされる可能性があることである。しかし、トラッキング情報は1度しか書き込まないので、この点はほとんど問題とならない場合が多い。

【0131】操作データ・フィールドの配置は慎重に考慮すべき課題である。以下の説明では、走査モードでフィールド配列の1次元に沿った複数のフィールドに並行してアクセスすると想定する。走査は例えば行単位で行われる。並行してアクセスされる次元、この場合には配列の行に沿って複数の操作データ・フィールドを配置することにより、偏位値を瞬時に生成することができるか、またはトラッキング・バーストのいくつかのサンプルを一度にサンプリングすることができる。例えば、4つの操作データ・フィールドをフィールド配列のいくつかの行に配置すると仮定する。好ましい一実施形態は、トラッキングについては上記の説明による1つのバーストのマークのみを各操作データ・フィールドに書き込む

ものである。すると第1の操作データ・フィールドはバーストAのマークのみを含み、第2の操作データ・フィールドはバーストBのマークのみを含むなどとなる。そして、並行して行を読み取るたびに、各バーストの1つのサンプルが同時に得られ、偏位値を計算することができる。別の実施形態では、4つの操作データ・フィールドすべてが類似しており、4つのバーストA、B、C、Dすべてのマークを含む。読み取り中に、同じバーストの4つのサンプルが一度に得られ、平均化の計算を可能にする。

【0132】第1の実施形態は、偏位値の生成頻度、したがって走査の調整頻度の点で有用であるが、これはスキナの位置が高速にずれ、トラッキング・エラーが生じる状況で重要である。第2の実施形態では信頼性のある偏位値と調整された走査パラメータが得られるが、そのパラメータを生成するのにより多くの時間を必要とする。これらの実施形態の1つまたはその何らかの組み合わせの選択は、諸要因の中でも特にシステム特性、外乱の性質と重大度、およびスキナの動きに依存する。

【0133】冗長性とは基本的に、外乱に対する堅牢性を高めるために記憶媒体のいくつかの空間的に互いに素な領域に同じ情報を繰り返すことを意味する。各種の有用な冗長性パラメータがすでに導入されている。細密なレベルでは操作データを表すマークをバースト中に繰り返して、ランダムな外乱や雑音の影響の平均化を可能にすることができる。粗いレベルでは、トラッキング・マーク領域全体を配列の異なるフィールドに、したがって記憶媒体の異なる領域中に複製する。したがって十分な頻度で位置誤差情報を生成することができ、操作データ・フィールドまたは少なくともバーストが、かき傷、媒体の欠陥、あるいはその他の媒体に依存する不完全性によって破壊された際には、例えば別の操作データ・フィールドなど別のソースから走査情報を得ることができる。

【0134】図13ないし15は、記憶媒体上の操作データ・フィールドの配置に関連し、32x32個のフィールドに分割されたフィールド配列4の3つの平面図を示す。記憶媒体1中の各正方形はフィールドを表す。影をつけていない正方形はストレージ・データ・フィールド41を表す。影をつけた正方形は操作データ・フィールド42を表す。すべてのフィールド配列4内に16個の操作データ・フィールド42がある、3つの好ましい操作データ・フィールドの構成を紹介している。操作データ・フィールド42の番号は、オーバーヘッド予算として割り振る。各フィールド内の走査方向SCDを矢印で表している。

【0135】図13の第1のトポロジでは、16個の操作データ・フィールドという固定されたオーバーヘッド予算であるとして、16個の操作データ・フィールド42すべてが2次元のフィールド配列4の最初の行に配

置されている。すべての操作データ・フィールド42はトラッキング・マークで覆われている。

【0136】行についての多重化を適用すると、ある行のすべてのフィールドが並行にアクセスされるので、上記で紹介したバーストの1つに属するマークだけを各操作データ・フィールド42に書き込むのが有用である。例えば、最初の4つの操作データ・フィールド42はバーストAのマークだけを含み、次の4つのデータ・フィールドはバーストBのマークを含むなどとし、A-B-C-D-A-B-C-D-A...など他の構成も可能である。この方式では1回の読み取りアクセスで4つの偏位値が生成される。この値は平均することができる。このコンテキストでは、バーストA、B、C、またはDのマークすべてをマーク・パターンとみなすことができ、したがって少なくとも4つの操作データ・フィールドが異なるマーク・パターンを含む。

【0137】行についての多重化を適用すると、各最初の行フィールドの各最初のマークを初めに読み取り、次いで各2番目の行フィールドの各最初のマークを読み出すなどとし、最後に各最後の行フィールドの各最初のマークを読み出す。その後は各最初の行フィールドの各2番目のマークを読み取り、次いで各2番目の行フィールドの各2番目のマークを読み取り、以下同様続く。記憶媒体とプローブ・アレイとの動きが一定なので、共通のフィールド列にある各フィールドの最初のマークを相互に対して走査方向に移動させて、アクセスを多重化し、一定の動きを維持できるようにする。ただし、最初の行フィールドの最初のマークの読み取りから最初の行フィールドの2番目のマークの読み取りまでには T_s 秒を要し、 T_s は、最初のマークの中心から2番目のマークの中心までの距離をカバーするのにかかる時間である。この T_s 秒内に、最初の行フィールド以外の他のすべての行フィールドの最初のマークをすべて読み出す。 T_s は、次の偏位値が生成されるまでの時間を表す。したがって、偏位値は T_s 秒ごとに得ることができる。

【0138】図14のトポロジによると、発生頻度と引き換えに平均化を犠牲にする。この場合には、8つの最初の行操作フィールドにAのマーク・パターンが2つ、Bが2つ、Cが2つ、Dが2つある配置とすると、1回のアクセスで2つの位置誤差値が形成されるが、8つの中間の行操作フィールドにAのマーク・パターンが2つ、Bが2つ、Cが2つ、Dが2つある構成とすると、記憶媒体の真中の行に操作データ・フィールドが配置されていることにより $T_s/2$ 秒後にさらに2つの位置誤差値が得られる。これにより高速の位置変動のトラッキングが可能になる。

【0139】図15によると、このトポロジでは最大のトラッキング情報生成頻度が得られ、記憶媒体の8行ごとに操作データ・フィールドが配置されていることにより $T_s/4$ 秒ごとに1つの偏位値が生成される。

【0140】本発明の範囲内でこの他のトポロジまたはその組み合わせおよびその両方を着想することができる。

【0141】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0142】(1) マーク(5)の形でデータを記憶する記憶媒体(1)と、マークを検出するために走査モードで前記記憶媒体(1)を走査するように設計されたプローブ・アレイ(2)とを備え、前記記憶媒体(1)はフィールド(4)を有し、各フィールド(41、42)を関連付けられたプローブ(21)によって走査し、前記フィールド(42)の少なくとも1つは、前記走査モードを操作するための操作データを表すマークを含む記憶装置。

(2) 前記操作データに応じて走査パラメータを調整する調整ユニット(3)を備え、前記調整ユニット(3)は、前記調整された走査パラメータを多数のプローブ・フィールド単位の走査動作に適用するように設計される上記(1)に記載の記憶装置。

(3) 前記記憶媒体(1)は、前記走査モードを操作するための操作データを表すマークを含む少なくとも第2のフィールド(42)を備える上記(1)または(2)に記載の記憶装置。

(4) 前記第1の操作データ・フィールド(42)のマーク・パターンが前記第2の操作データ・フィールドのマーク・パターンと異なる上記(3)に記載の記憶装置。

(5) 前記マーク・パターンは前記操作データ・フィールド(42)の少なくとも2つに配置され、前記マーク・パターンは、前記少なくとも2つの操作データ・フィールド(42)内に異なる順序で配置される上記(3)に記載の記憶装置。

(6) 前記フィールド(4)はそれぞれ複数のトラック(TR)を有し、前記トラックはそれぞれ、前記走査モードで前記関連付けられたプローブが追従するトラック中心線(TRC)を有し、前記少なくとも1つの操作データ・フィールド(42)は、前記関連付けられたプローブ(21)の現在のトラック中心線(TRC)からの偏位を判定するために設計されたトラッキング・マーク(5)を含む上記(1)ないし(5)の一項に記載の記憶装置。

(7) 前記トラッキング・マーク(5)の少なくとも一部が、トラック交差方向に前記トラック中心線(TRC)から中心をはずして配置される上記(6)に記載の記憶装置。

(8) 前記少なくとも1つの操作データ・フィールド(42)がバースト(A、B、C、D)を含み、トラッキング・マーク(5)は、そのマーク中心とトラック中心線(TRC)の間、またはそのマーク中心と異なるバースト(A、B、C、D)のマークの中心との間に所定

の距離を有するときあるバースト（A、B、C、D）に属する上記（7）に記載の記憶装置。

（9）2つのバースト（A、B）のマーク（5）間のマーク中心トラック交差距離がほぼ前記マーク（5）の直径（d）である上記（8）に記載の記憶装置。

（10）2つのバースト（A、B）のマーク（5）間のマーク中心トラック交差距離が前記マーク（5）の直径（d）よりも小さい上記（8）に記載の記憶装置。

（11）2つのバースト（A、B）のマーク（5）間に2つの異なるマーク中心トラック交差距離があり、第1のマーク中心トラック交差距離は前記マーク（5）の直径（d）より小さな値であり、第2のマーク中心トラック交差距離は、トラック・ピッチ（TP）から前記第1のマーク中心トラック交差距離を引いた値に等しい値である上記（8）に記載の記憶装置。

（12）2つのバースト（A、B）のマーク（5）間のマーク中心トラック交差距離が前記マーク（5）の直径（d）に依存しない上記（8）に記載の記憶装置。

（13）2つのバースト（A、B）のマーク（5）間のマーク中心トラック交差距離がおよそトラック・ピッチ（TR）／2である上記（8）に記載の記憶装置。

（14）前記操作データ・フィールド（42）が第3および第4のバースト（C、D）を有し、第1および第3のバースト（A、C）のマーク（5）間のマーク中心トラック交差距離と、第2および第4のバースト（B、D）のマーク（5）間のマーク中心トラック交差距離がトラック・ピッチ（TP）／4である上記（8）ないし（13）の一項に記載の記憶装置。

（15）前記トラッキング・マーク（5）が走査方向（SCD）に細長い形状を有する上記（6）ないし（14）の一項に記載の記憶装置。

（16）前記操作データ・フィールド（42）が、前記走査モードでプローブに印加される読み取り、書き込み、または消去パルスの頻度または位相を決定または調整するタイミング・マークを含む上記（1）ないし（15）の一項に記載の記憶装置。

（17）記憶媒体を走査する方法であって、プローブ（21）で前記記憶媒体（1）のフィールド（42）を操作するステップであって、前記フィールド（42）は走査モードを操作するための操作データを表すマークを含むステップと、同時にさらなるプローブ（2）で前記記憶媒体（1）のさらなるフィールド（4）を走査するステップと、読み取られた操作データに基づいて調整された走査パラメータを計算するステップと、前記計算されたパラメータに従って前記走査モードを調整するステップとを含む方法。

（18）前記走査モードを調整すると、前記フィールド（4）の一部またはすべての走査動作が影響を受ける上記（17）に記載の方法。

（19）前記操作データ・フィールド（42）の走査中

に計算および調整のステップが数回行われる上記（17）または（18）に記載の方法。

（20）前記操作データ・フィールド（42）中の冗長なマーク（5）を走査し、それに対応する値を平均し、前記平均した値に基づいて前記調整された走査パラメータを計算する上記（17）ないし（19）の一項に記載の方法。

（21）各プローブ（21）は、トラック中心線（TRC）を有するトラック（TR）に沿って関連付けられたフィールド（41、42）を走査し、トラック交差方向に偏位したプローブ（21）を現在のトラック中心線（TRC）に再配置する上記（17）ないし（20）の一項に記載の方法。

（22）中心をずらしたトラッキング・マーク（5）を備えるバースト（A、B、C、D）を走査し、前記バーストのうち2つ（A、B）の対応するマーク値を減算して同相値（IPV）を計算し、前記バーストのうちさらなる2つ（C、D）の対応するマーク値を減算して直角位相値（QUV）を計算し、前記同相値（IPV）および前記直角位相値（QUV）に基づいて前記調整された走査パラメータを計算する上記（21）に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による記憶装置の透視図である。

【図2】本発明による記号的なプローブ・アレイを備える記憶媒体の平面図である。

【図3】本発明による記号的なプローブ・アレイを備える記憶媒体の別の実施形態の平面図である。

【図4】本発明による操作データ・フィールドの平面図である。

【図5】トラック交差範囲にわたる同相信号および直角位相信号の図である。

【図6】本発明による操作データ・フィールドの第1のトラッキング・パターン的一部分の平面図である。

【図7】対応する同相信号および直角位相信号の図である。

【図8】本発明による操作データ・フィールドの第2のトラッキング・パターン一部分の平面図である。

【図9】対応する同相信号および直角位相信号の図である。

【図10】本発明による操作データ・フィールドの第3のトラッキング・パターン一部分の平面図である。

【図11】対応する同相信号および直角位相信号の図である。

【図12】図6の第1のトラッキング・パターンの別の実施形態の平面図である。

【図13】本発明によるフィールド配列の第1の概念的実施形態の平面図である。

【図14】本発明によるフィールド配列の第2の概念的実施形態の平面図である。

【図15】本発明によるフィールド配列の第3の概念的

実施形態の平面図である。

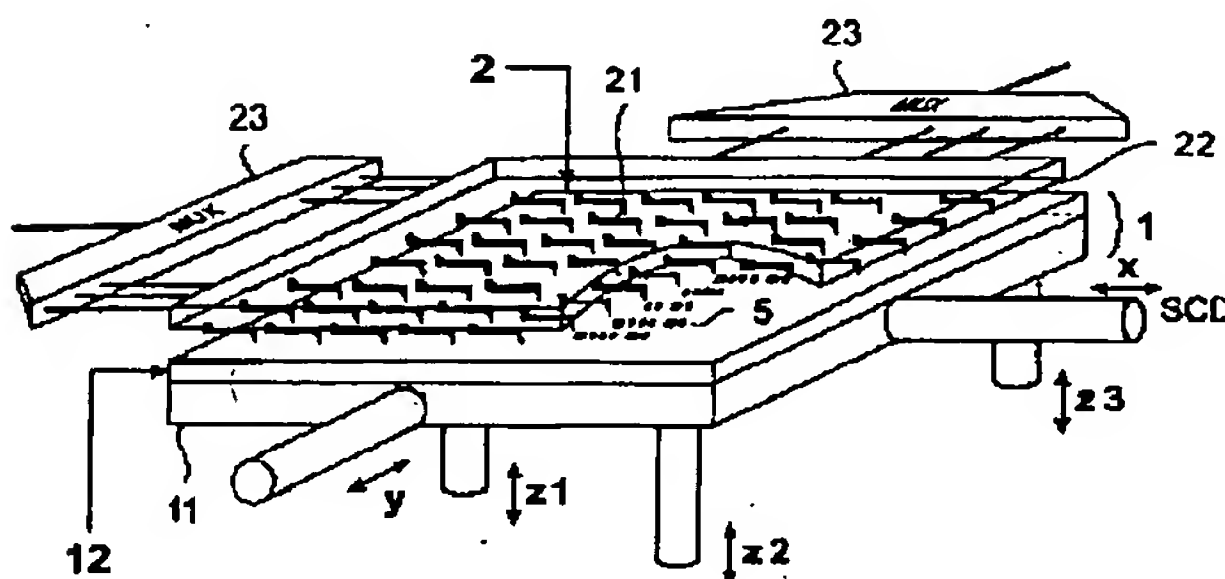
【図16】チップ型プローブの透視図である。

【図17】図16のチップ型プローブによって書き込まれるくぼみマークの断面図である。

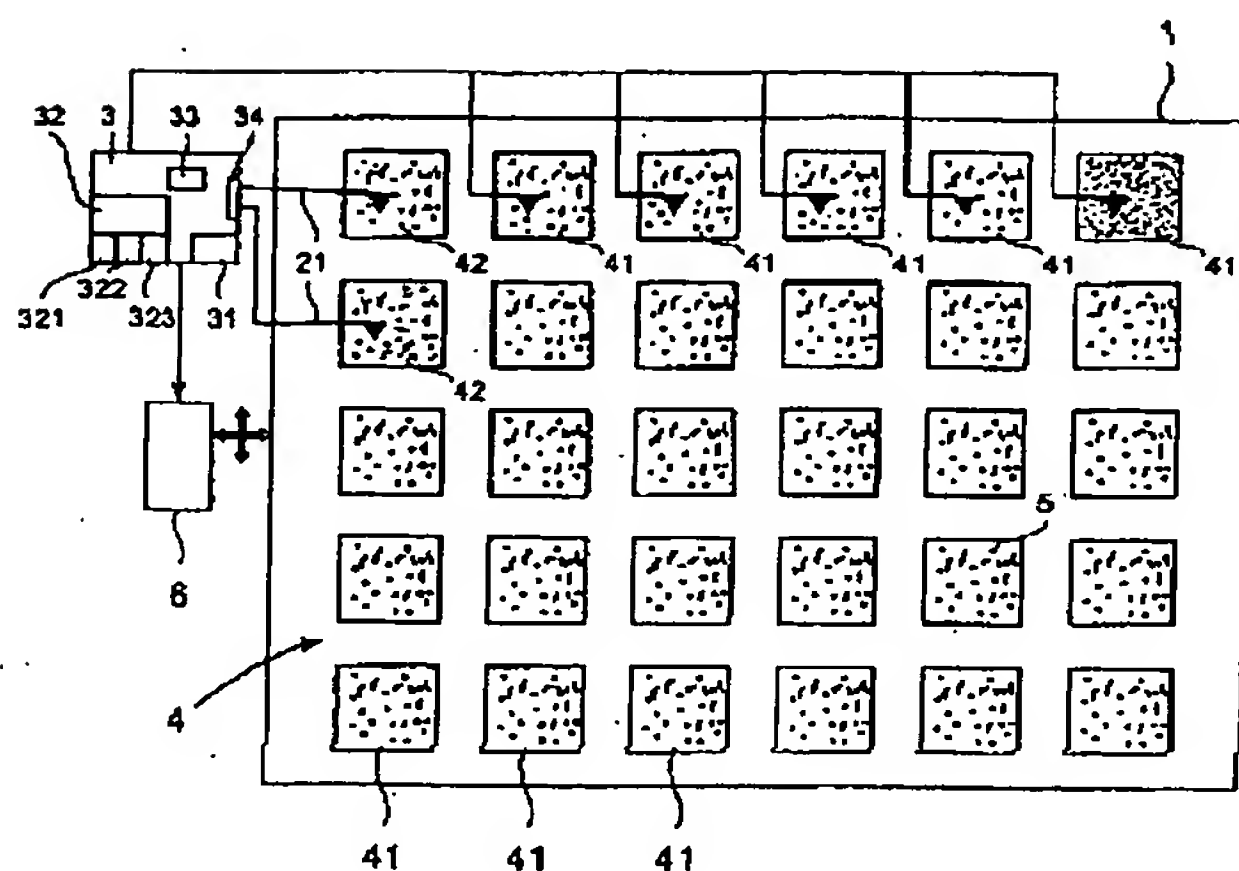
【符号の説明】

- 1 記憶媒体
- 2 プローブ・アレイ
- 3 調整ユニット
- 4 フィールド
- 5 マーク
- 6 駆動機構
- 11 基板
- 12 ポリマー層
- 21 プローブ

【図1】



【図3】



* 22 結合要素

23 マルチプレクサ

31 保護回路

32 計算ユニット

33 平均ユニット

34 入力

41 フィールド

42 フィールド

211 カンチレバー

10 212 チップ

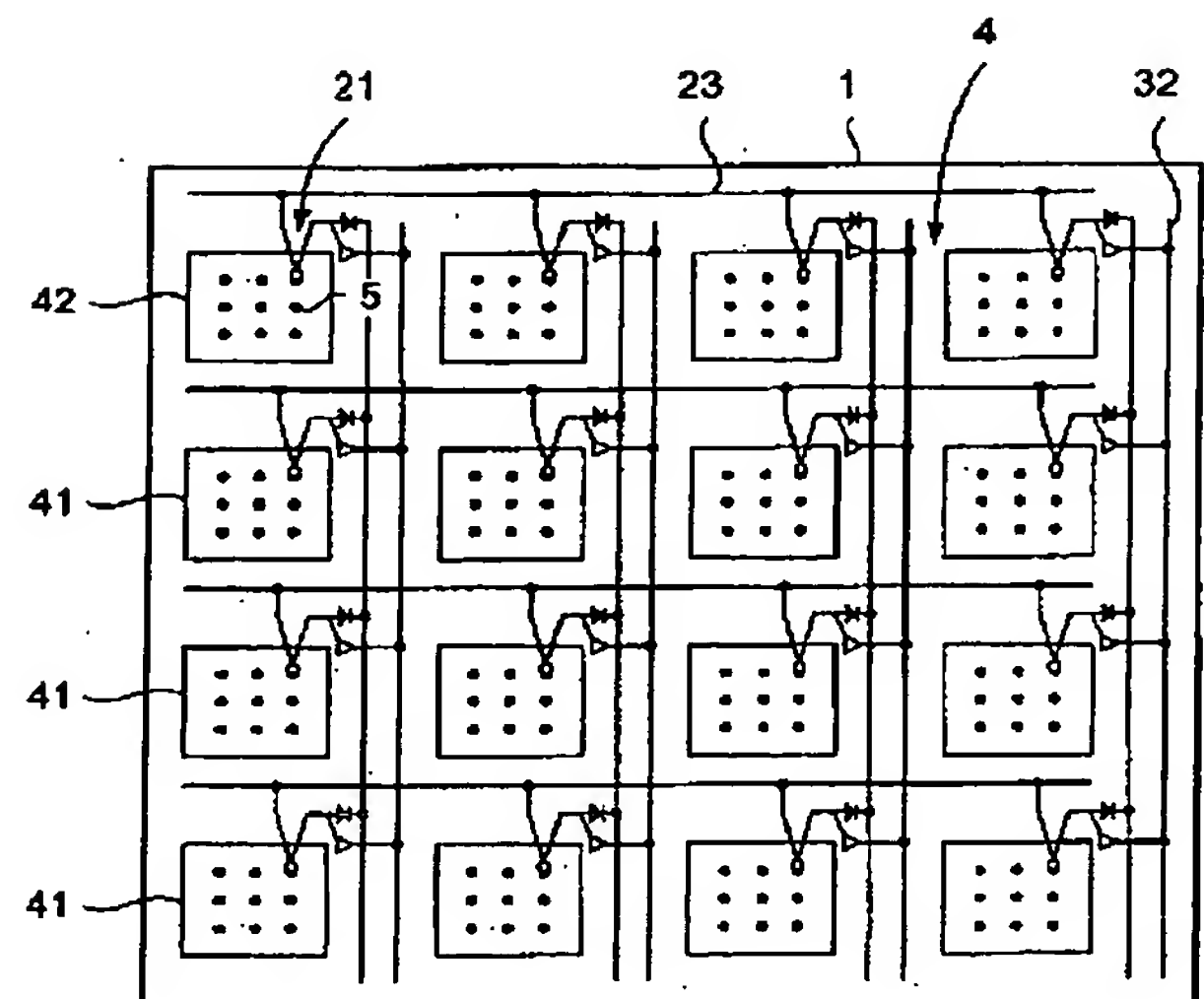
213 ヒータ・プラットフォーム

321 減算ユニット

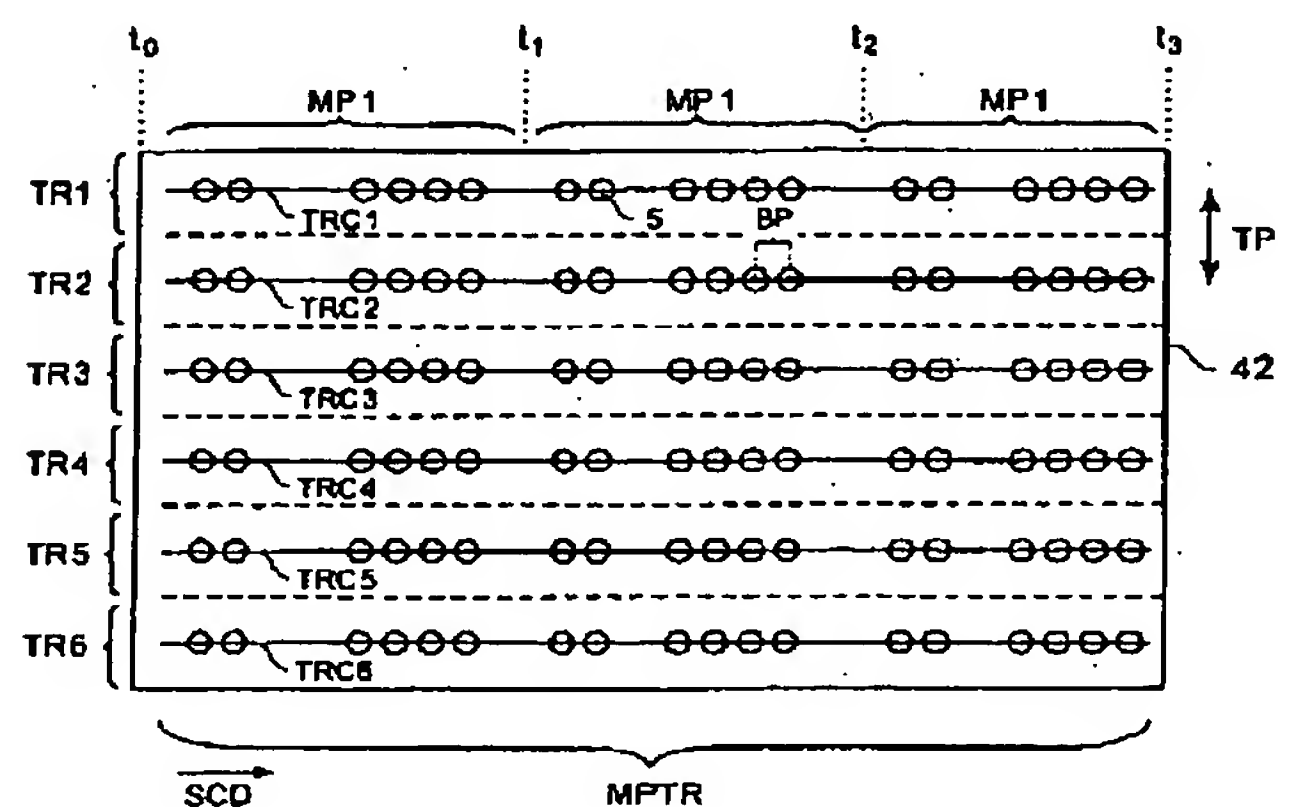
322 減算ユニット

* 323 エバリュエータ

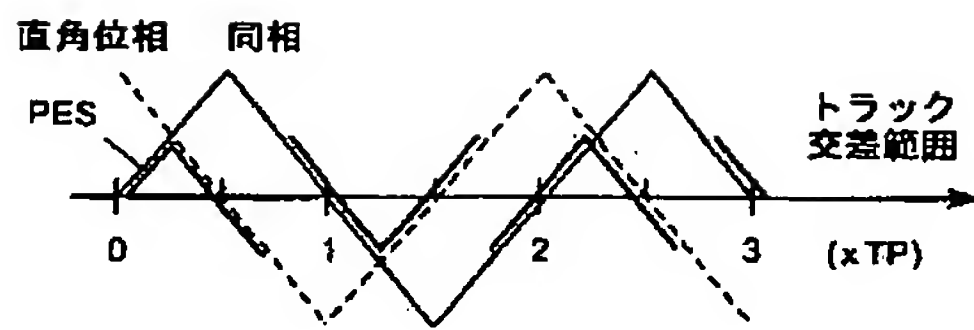
【図2】



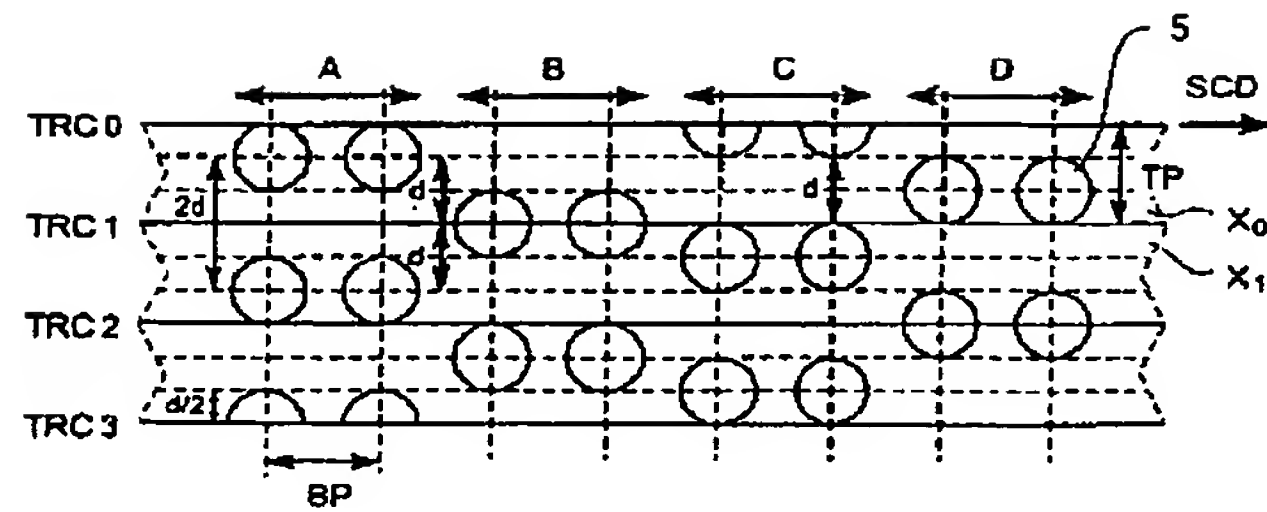
【図4】



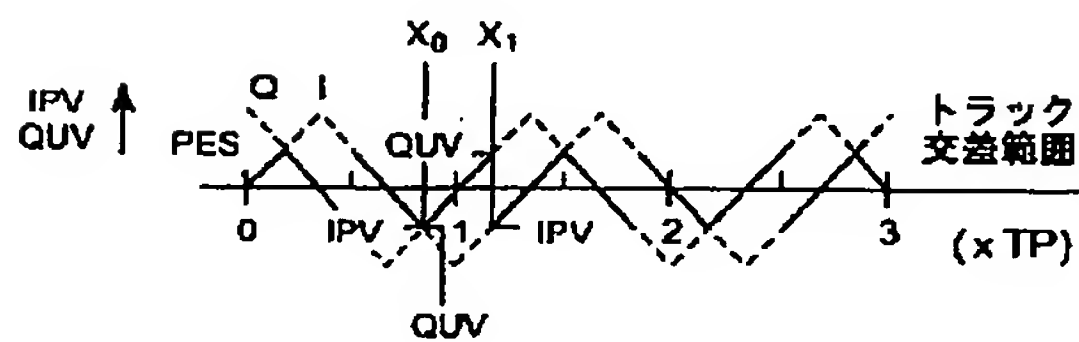
【図5】



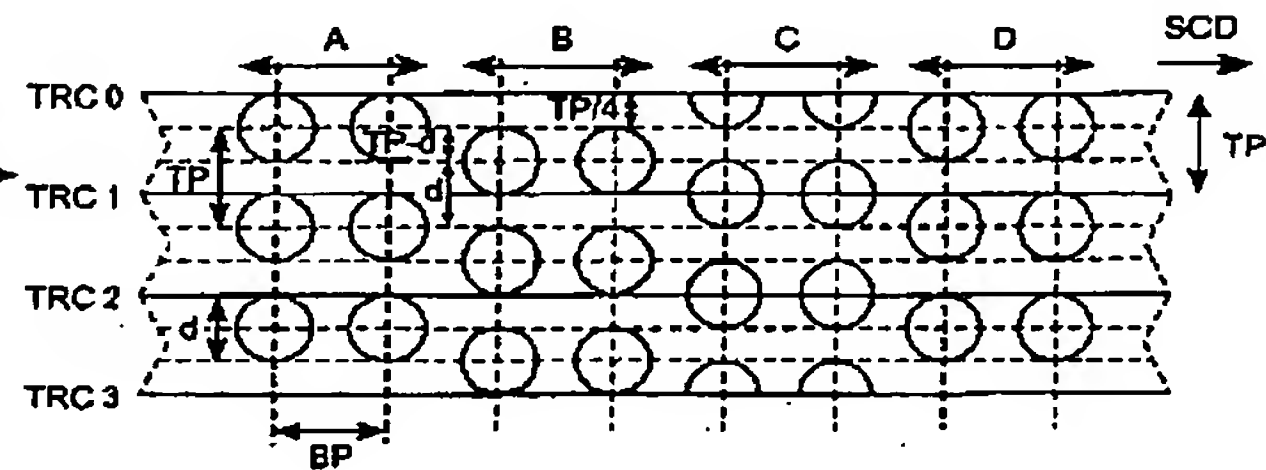
【図6】



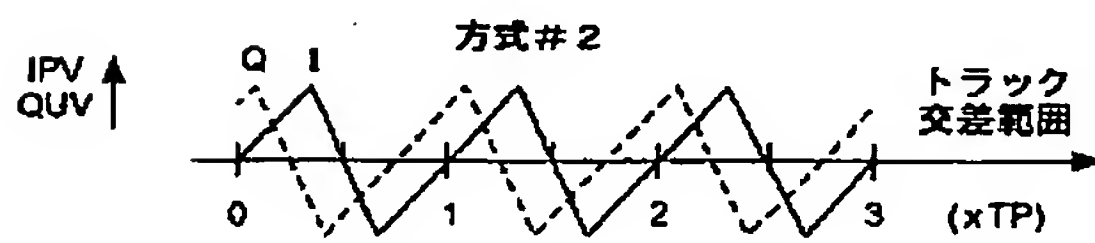
【図7】



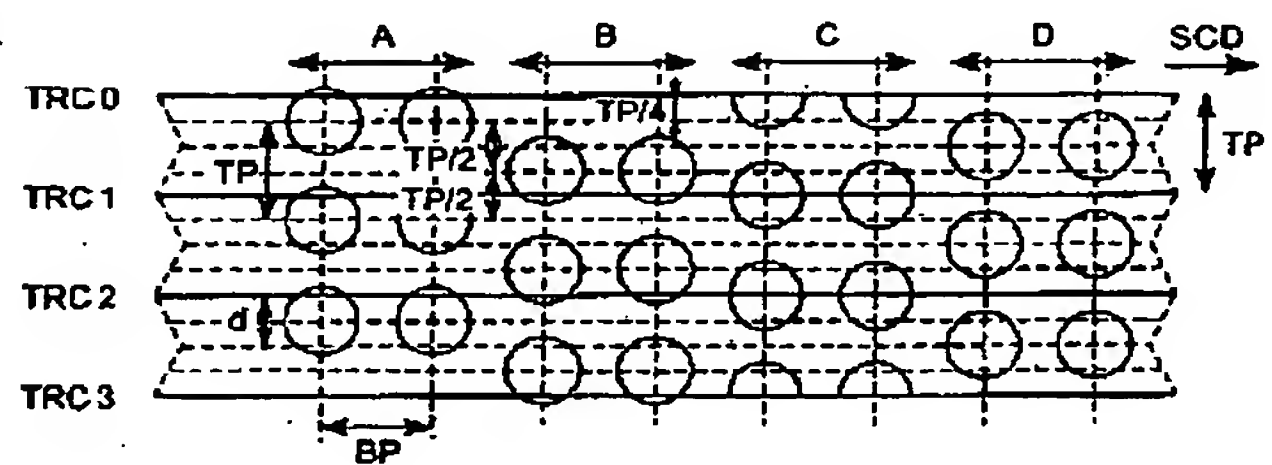
【図8】



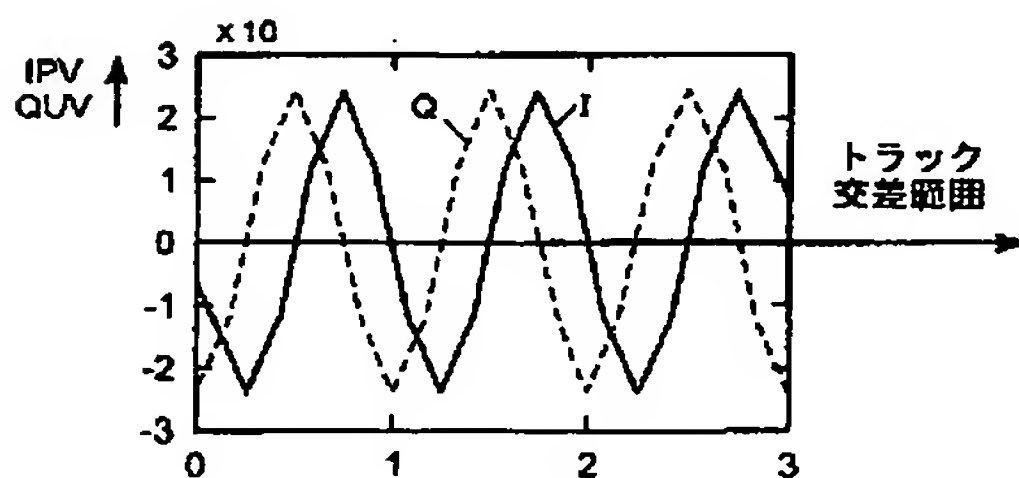
【図9】



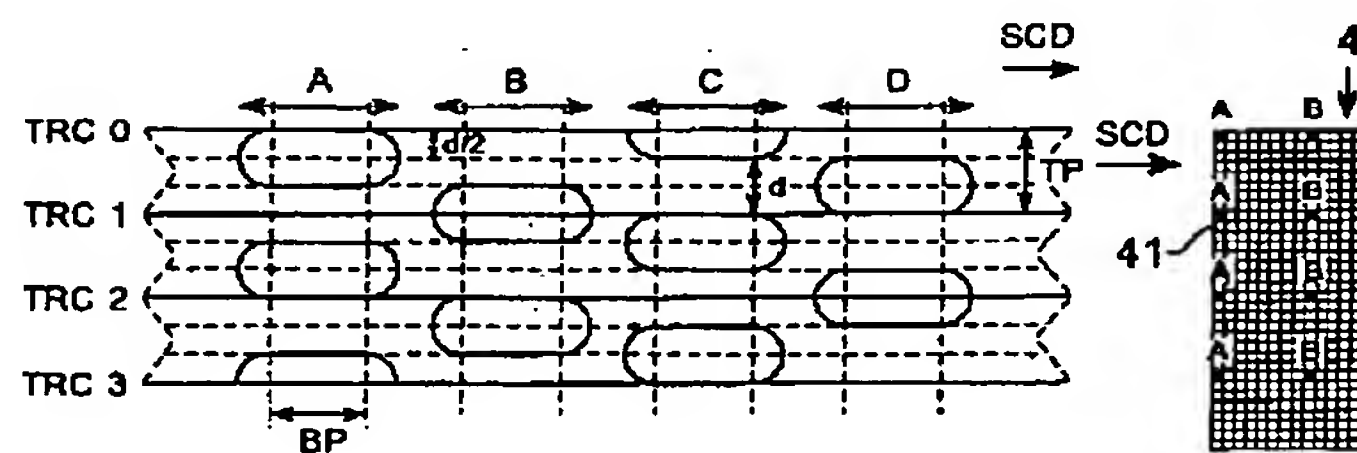
【図10】



【図11】

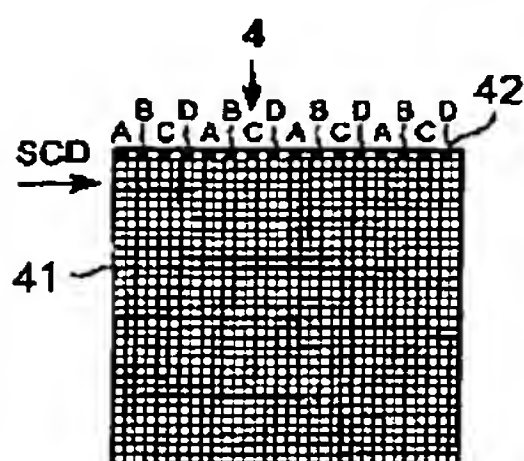


【図12】

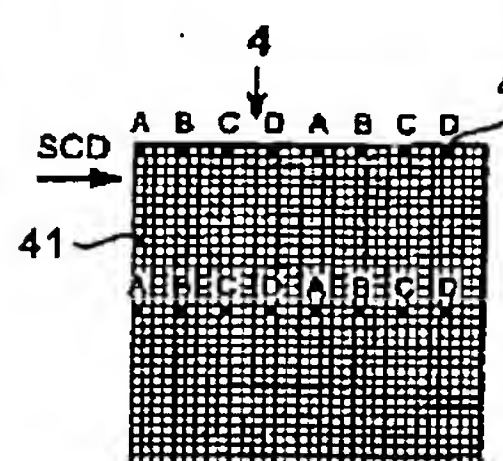


【図15】

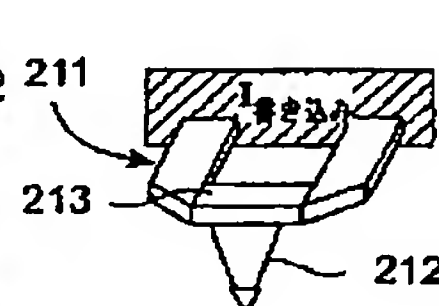
【図13】



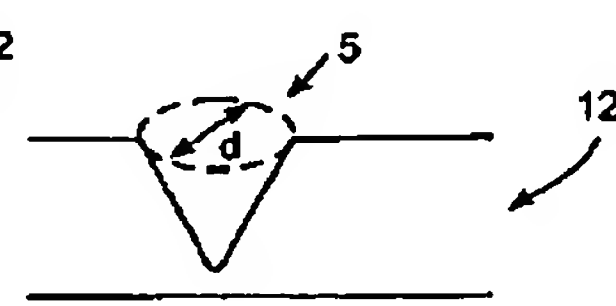
【図14】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

- (72)発明者 トーマス・アルブレヒト
アメリカ合衆国95123 カリフォルニア州
サンノゼ オーバーリン・ウェイ 6469
- (72)発明者 ゲルト・ビンニヒ
スイス シー エイチ-8832 ヴォレラウ
フェルセンシュトラッセ 72
- (72)発明者 エヴァンゲロス・エレフシリウ
スイス シー エイチ-8038 チューリヒ
ベラリアシュトラッセ 53

- (72)発明者 ハラランボス・ボジデイス
スイス シー エイチ-8136 ガッティコ
ン オーブストガルテンシュトラッセ 12
- (72)発明者 スリ・エム・スリ・ジャヤンタ
アメリカ合衆国10562 ニューヨーク州オ
ッシニング シャーウッド・アベニュー
32
- (72)発明者 ピーター・ヴィティガー
スイス シー エイチ-8135 ラングナウ
ラングモースシュトラッセ 33